

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 123 листа машинописного текста, 23 рисунка, 40 таблиц, 20 источников литературы, , графическую часть на 6 листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок для нефтегазодобывающей отрасли с годовым выпуском 21 тыс. тонн

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана технология изготовления детали «Блок».

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, коммерческая эффективность проекта.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ОТЛИВКА, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, КОММЕРЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА, ОХРАНА ПРИРОДЫ.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ			
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата				
Разработал	Ананьев И.С.				Организация технологического процесса изготовления отливок из стали для нефтегазодобывающей отрасли с годовым выпуском 21000 тонн	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бекетова Ю.А.						4	123
						ФГАОУ ВО РГТПУ, ИИПО, Кафедра ИММ, группа ЗМП-404С		
Н. Контр.	Категоренко							
Утверд.	Гузанов Б.Н.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 Основные сведения о литье в песчано-глинистые формы.....	10
1.2 Описание литейного цеха.....	14
1.2.1 Структура цеха.....	14
1.2.2 Производственная программа цеха.....	15
1.2.3. Выбор режима работы цеха.....	17
1.2.4 Расчет фондов времени работы оборудования.....	17
1.3 Плавильное отделение.....	19
1.3.1 Расчет количества печей.....	19
1.3.2 Расчет парка ковшей.....	21
1.3.3 Расчет шихты.....	22
1.4 Формовочно-заливочное отделение.....	25
1.5 Стержневое отделение.....	28
1.6 Смесеприготовительное отделение.....	31
1.7 Отделение финишных операций.....	34
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	41
2.1 Характеристика материала детали.....	37
2.2 Эскиз детали и технологичность конструкции.....	42
2.3 Выбор способа формовки, состав формовочной и стержневой смеси.....	43
2.4 Выбор положения отливки в форме.....	47
2.5 Расчет припусков на механическую обработку и технологических припусков.....	51
2.6 Определение размеров опок. Выбор конструкции и материала опок.....	54

2.7	Проектирование стержня.....	55
2.8	Назначение формовочных уклонов.....	57
2.9	Обеспечение питания отливки.....	57
2.10	Расчет прибылей.....	58
2.11	Определение выхода годного.....	60
2.12	Конструкция и расчет литниковой системы.....	61
2.13	Заливка формы.....	64
2.14	Охлаждение отливки.....	66
2.15.	Выбивка отливки.....	66
2.16	Очистка.....	67
2.17	Обрубка.....	68
2.18	Зачистка.....	68
2.19	Термообработка.....	68
2.20	Контроль качества.....	69
3	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	66
3.1	Управление персоналом.....	70
3.2	Проектирование численного и квалификационного состава работающих.....	71
3.3	Организация и планирование заработной платы.....	77
3.4	Отчисление в социальные фонды.....	80
3.5	Расчет основных параметров цеха.....	81
3.6	Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений.....	84
3.7	Определение затрат и планирование себестоимости.....	88
3.8	Расчет плановых постоянных и переменных затрат.....	90
3.9	Ценообразование.....	92
3.10	Расчет коммерческой эффективности проекта.....	93
3.11	Технико – экономические показатели проекта.....	94
4	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА.....	95
4.1	Выбор транспортных средств.....	96

4.2 Проектирование компоновки цеха.....	96
4.3 Проектирование электроснабжения цеха.....	97
5 ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА.....	98
5.1 Безопасность труда в литейном производстве.....	98
5.2 Вредные производственные факторы.....	100
5.3 Эргономические требования.....	100
5.4 Электробезопасность.....	101
5.5 Расчет защитного заземления.....	104
5.6 Пожарная безопасность.....	107
5.7 Защита от шума.....	109
5.8 Защита от вибраций.....	110
5.9 Защита от механического травмирования.....	111
5.10. Освещение.....	112
5.11 Отопление и вентиляция.....	114
6 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	117
6.1 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами.....	120
6.2 Пути экологизации производства.....	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	122

ВВЕДЕНИЕ

Литье – один из старейших способов получения заготовок (в ряде случаев и готовых деталей). Первым литейным заводом в России был пушечно-литейный завод «Пушечная изба», построенный в Москве в 1479 г.

Большой вклад в развитие литейного производства внесли русские мастера. Андрей Чохов отлил «царь-пушку» массой 21,2 т (1586 г.), Иван Моторин (1734 г.) – «царь-колокол» массой около 200 т. В 1860 г. инженером П. М. Обуховым был отлит стальной ствол 12-фунтовой пушки, который выдержал около 4000 выстрелов.

Методом литья можно изготовить изделия самой сложной конфигурации, которые при помощи других способов получить трудно или невозможно:

- станины станков;
- основания;
- корпуса редукторов и бабок;
- суппорта;
- планшайбы;
- картеры двигателей и т.д.

Стоимость литой детали почти всегда ниже стоимости аналогичной детали, изготовленной другими методами.

Целью выполнения данного дипломного проекта является организация технологического процесса изготовления отливок из стали 35Л с разработкой литниковой системы снизу и разработка стержня с годовым выпуском двадцать одна тысяч тонн.

Работа состоит из двух разделов, в которых рассмотрены технико-производственные аспекты процесса изготовления отливки.

В соответствии с целью можно выделить следующие задачи работы:

- описание марки сплава;

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

- оценка технологичности детали;
- составление чертежа отливки и разработка конструкции модели;
- выбор состава формовочной и стержневой смеси;
- выбор технологии изготовления стержней;
- расчет элементов литниковой системы;
- выбор размеров опок;
- выбор способа изготовления форм;
- разработка литейной формы.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

1 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Основные сведения о литье в песчано-глинистые формы

Литье – формообразование из жидкого (расплавленного) металла путем заполнения им полости заданной формы и размеров с последующей кристаллизацией. Продукция литья называется отливкой.

Сущность литья сводится к получению жидкого металла нужного химсостава и заливке его в заранее приготовленную литейную форму.

Литье в песчаные формы (литье в землю) – процесс получения отливок путем свободной заливки расплавленного металла в форму, изготовленную из песка с добавлением глины, воды и небольшого количества специальных добавок.

Литьем в землю получают крупногабаритные отливки.

Модельный комплект – это совокупность технологической оснастки и приспособлений, необходимых для образования в форме полости, соответствующей контурам отливки. модельный комплект включает модели, модельные плиты, стержневые ящики и другие приспособления.

Литейная модель (рисунок 1,а) – приспособление, с помощью которого в литейной форме получают полость с формой и размерами, близкими к конфигурации получаемой отливки. Модели бывают неразъемные, с отъемными частями и др.

Модельная плита (рисунок 2, б) – металлическая плита с закрепленными на ней моделями и элементами литниковой системы. Ее применяют, как правило, при машинной формовке.

Стержневой ящик (рисунок 3, в) – приспособление, служащее для изготовления стержней. Стержневые ящики бывают цельные, разъемные, вытряхные и др.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

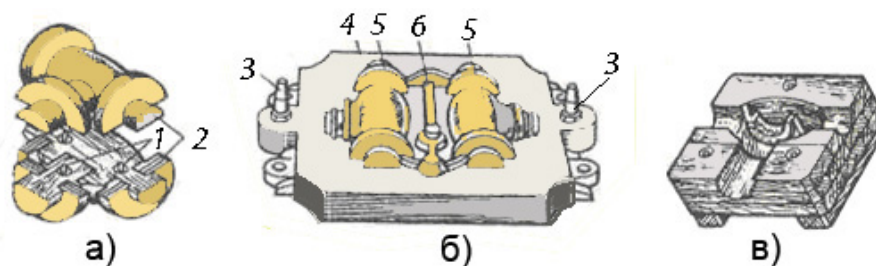


Рисунок 1 – Модельный комплект:

а – литейная модель; б – модельная плита; в – стержневой ящик для корпуса вентиля
 1 – центрирующие шипы; 2 – стержневые знаки; 3 – центрирующие штыри;
 4 – металлическая плита; 5 – модели отливок; 6 – модели элементов литниковой системы

Исходным документом для разработки чертежа модельно-литейных указаний является чертеж детали (рисунок 2, а), на котором указаны разъем модели и формы, положение отливки в форме при разливке, припуски на механическую обработку, формовочные уклоны, число стержней, размеры стержневых знаков, границы стержней и т. п. Оформление чертежей элементов литейной формы и отливки осуществляется по ГОСТ 3.1125- 88.

Поверхность разъема модели и формы должна обеспечивать свободное извлечение модели из формы при минимальном числе стержней и отъемных частей. При этом обрабатываемые поверхности отливки должны находиться преимущественно в нижней полуформе, что гарантирует получение плотной обрабатываемой части отливки.

На чертеже поверхность разъема модели и формы обозначают линией МФ и стрелками направления верха В и низа Н (Рисунок 2, б).

Припуск на механическую обработку – слой металла, удаляемый в процессе механической обработки отливки с ее обрабатываемых поверхностей для обеспечения заданной геометрической точности и качества поверхностей детали.

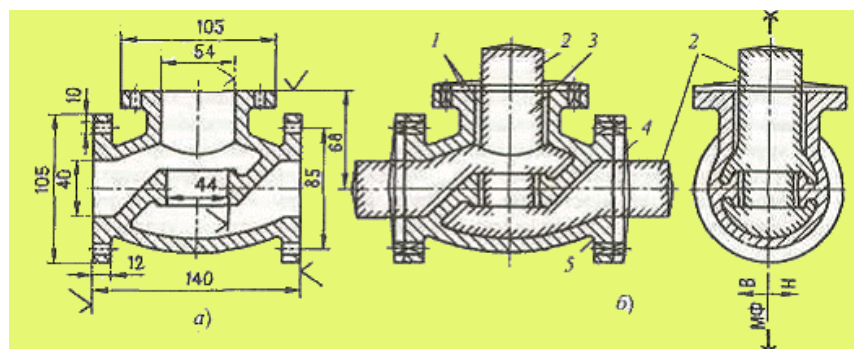


Рисунок 2 - Чертежи:

а – детали; б – элементов литейной формы для корпуса вентиля

На чертеже отливки припуск на механическую обработку изображают сплошной тонкой линией.

Формовочные уклоны служат для удобства извлечения модели из формы без ее разрушения и для свободного удаления стержня из стержневого ящика. Уклоны выполняют в направлении извлечения модели из формы. Величину формовочных уклонов выбирают по ГОСТ 3212–92 и указывают на чертеже.

Сопряжения стенок в отливках выполняют скруглениями для облегчения извлечения модели из формы, предотвращения появления трещин и усадочных раковин в отливках. Для получения отливки с заданными размерами ее модель должна быть больше отливки на величину усадки.

Модели и стержневые ящики для единичного и серийного производства изготавливают деревянными, а для массового производства – из чугуна, алюминиевых сплавов, пластмассы. модели монтируют на заранее подготовленных плитах.

Металлические модельные плиты и стержневые ящики используют в массовом и крупносерийном производствах. Они более долговечны, точны, имеют малую шероховатость поверхности и не деформируются при хранении. Изготовление литейных форм с применением металлических модельных плит и стержневых ящиков обеспечивает большую точность и хорошее качество поверхности отливок.

На рисунке 3 показана форма в сборе перед заливкой металла.

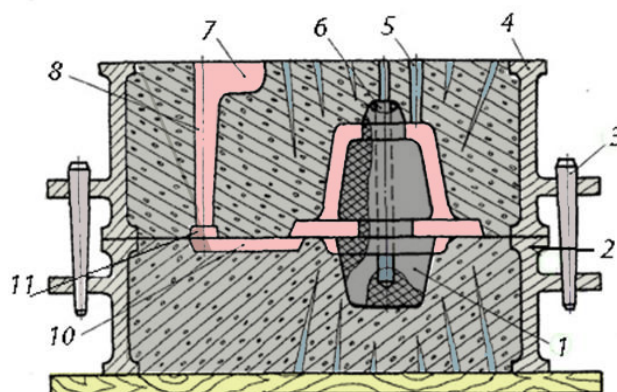


Рисунок 3 - Литейная форма в сборе

1 – стержень; 2, 4 – верхняя и нижняя опоки; 3 – штырь; 5 – выпор; 6 – канал для отвода газов; 7 – литниковая чаша; 8 – стояк; 9 – шлакоуловитель; 10 – питатель

Формовочную смесь, состоящую из песка (80...90 %), глины (12...8 %) и других компонентов, добавляемых в небольших количествах, увлажняют водой и засыпают в формовочные приспособления – опоки. Затем в опоку укладывают половину модели, засыпают формовочной смесью и утрамбовывают на вибромашинах или прессах. После извлечения модели получается полуформа. Аналогично изготавливают и вторую полуформу, используя другую половинку модели. В верхней полуформе предусматривают систему литниковых каналов 7, 8, 9, 10 (рисунок 3) для заливки металла, а также выпор 5 для выхода газов из полости формы.

После установки стержня I производят сборку полуформ, устанавливая верхнюю опоку 4 на нижнюю 2 и фиксируя центрирующими штифтами 3.

Для лучшей вентиляции (газопроницаемости) формы в ее обеих половинках делаются наколы.

После заливки формы и затвердевания отливки литейную форму разрушают, извлекают отливку из опоки и освобождают ее от формовочной смеси.

Отрезку элементов литниковой системы (стояков, выпоров, питателей и др.) выполняют на фрезерных, шлифовальных станках или газовой резкой.

Для экономии материалов отработанную формовочную смесь и обрезки металла регенерируют.

Основные достоинства процесса – низкая стоимость технологической оснастки, возможность получать любые по массе и размерам отливки.

Недостатки: низкая точность размеров (14...16 квалитеты); большая шероховатость поверхности (Rz 320 и грубее); крупнозернистая дендритная структура отливки с невысокими механическими свойствами.

Основными причинами низкой точности размеров и формы являются:

- наличие разъема в форме;
- осыпание формовочной смеси при транспортировке и заливке;
- расталкивание модели при выемке;
- податливость формы.

1.2 Описание литейного цеха

1.2.1 Структура цеха

В состав цеха входят производственные отделения, вспомогательные отделения и склады.

К производственным отделениям, где выполняется собственно технологический процесс изготовления отливок, относятся следующие:

- плавильное
- формовочное-выбивное (с сушильными установками)
- стержневое со складом и сушилами
- смесеприготовительное

-термообрубное (включая остывание отливок, удаление стержней, удаление стержней и гидроиспытание).К вспомогательным относятся следующие отделения:

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

- подготовка шихты
- подготовка формовочных материалов
- подготовка производства
- ремонт ковшей, сводов
- приготовление огнеупорной массы
- приготовление литейной краски
- регенерация смесей
- удаление отходов
- ремонтные службы цехового механика и энергетика
- вентиляционные и пылеочистные установки
- пульты управления
- цеховые лаборатории.

К складам относят закрытые склады шихтовых, формовочных, гото-вых отливок, опок, топлива, огнеупоров, моделей и ящиков, цехового механика и энергетика, кладовых вспомогательных материалов.

1.2.2 Производственная программа цеха

Проектируемый цех является цехом серийного производства, с годовым производством отливок 21 тыс. тонн.

Отливки изготавливаются по такому технологическому процессу:

- литье в песчано-глинистые формы;

Сплав марки, применяемый при заливке форм, выбираем 35Л.

Распределение годовой программы отливок по весовым группам представлено в таблице 1.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		15

Таблица 1 - Производственная программа цеха

Массовая группа	до 5	5-10	10-50	50-100	100-500	ИТОГО
Наименование или номер отливки	кронштейн вилка корпус втулка	зубчатое колесо корпус кронштейн крестовина втулка	корпус балансир крышка крышка зубчатое колесо блок подвески	зубчатое колесо крестовина корпус седловина блок подвески	ступица седловина колесо зубчатое	
Сплав для отливки	35 Л					
Масса отливки без литников и прибылей, кг	2,5	6	5	2	120	15000
Масса отливки с литниками и прибылями, кг	3,6	8	5	2	94	17000
Количество отливок в одной форме, шт	4,5	10	4	2	89	20000
Брак механического цеха, %	3,3	8	6	1	152	25000
Общее количество отливок на программу с учетом брака, шт	8	18	5	1	93	37000
Масса отливок без литников и прибылей на годовую программу, кг	9,7	22	3	1	81	39500
Масса отливок с литниками и прибылями на годовую программу, кг	6,3	14	4	2	127	40000
Количество форм на годовую программу, шт	9,2	21	2	1	93	43000
Размер опок, мм	5,9	13	1	2	159	47000
Объем или масса формовочной смеси на годовую программу, кг	11	25	3	2	91	50000
Количество стержней по каждому наименованию, шт	12,5	28	2	2	88	55000
Масса или объем стержня, кг	13,9	32	2	2	86	60000
Число стержней на годовую программу, шт	20	45	1	1	70	70000
Масса или объем стержневой смеси на годовую программу, кг	36,2	82	1	1	50	90000
Количество стержневых ящиков, шт	45,6	104	2	2	66	650000
	50,9	116	2	1	118	800000
	70	159	2	1	186	650000
	80,3	183	1	1	249	2000000
	92,3	210	1	2	347	1600000
	59	227	1	2	440	3200000
	160	386	1	1	376	3200000
	210	477	1	2	371	3900000
	450	1023		2	195	4391500
					4268	21000000
						34890900

1.2.3 Выбор режима работы цеха

Для проектируемого цеха принимаем параллельный двухсменный режим работы, который наилучшим образом удовлетворяет требованиям производства и охраны труда.

При выборе режима работы проектируемого цеха необходимо обратить внимание на требования охраны труда, которые допускают в общем, неизолированном помещении производить формовку, сборку, операции по заливке, выбивки литья, обрубке и приготовлению смесей. Вредные операции с большим выделением газов, пыли шума, других вредных и опасных факторов необходимо изолировать от помещений с менее вредными условиями труда.

1.2.4 Расчет фондов времени работы оборудования

При проектировании применяют два вида фондов времени работы оборудования:

- номинальный;
- действительный;

Номинальный фонд:

$$T_{\text{н}} = (365 - P) \cdot C \cdot Ч \quad (1)$$

где $T_{\text{н}}$ – номинальный фонд времени;

P – число выходных и праздничных дней в году (522+9);

C – количество смен;

$Ч$ – продолжительность рабочей смены, ч

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

$$T_n = (365 - 113) \cdot 2 \cdot 8 = 4032 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени вычисляется по формуле:

$$T_d = T_n - П \quad (2)$$

где T_d – действительный фонд времени, ч;

$П$ – потери рабочего времени, ч.

Потери рабочего времени при ремонте оборудования вызваны его ремонтом и отсутствием рабочего по уважительной причине (болезнь, отпуск, декретный отпуск и т.п.). Величина потерь времени на ремонт оборудования, простои из-за отсутствия рабочих по уважительной причине зависит от: от длительности ремонта, болезни, отпуска и независимо от его сложности и продолжительности принимают по отношению к номинальному фонду времени в размерах 4,5% для двухсменного режима работы. [2]

$$T_d = 4032 - 181 = 3851 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени рабочих зависит от продолжительности отпуска, болезни, вредности производства. Определяется по формуле:

$$T_d = T_n \cdot K, \quad (3)$$

где K – коэффициент потерь:

$K=0,885$ – для вредных работ;

$K=0,895$ – для стержневого и формовочного отделения;

$K=0,925$ – для других отделений.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

$$T_{\text{д}} = 4032 \cdot 0,855 = 3568,32 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{д}} = 4032 \cdot 0,895 = 3608,64 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{д}} = 4032 \cdot 0,925 = 3729,6 \text{ ч.}$$

1.3 Плавильное отделение

1.3.1 Расчет количества печей

Основным оборудованием в плавильное отделение является плавильная печь. В данном производстве будем использовать электродуговую печь переменного тока ДСП-3 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Электродуговая печь ДСП-3

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Техническая характеристика печей ДСП-3 приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Техническая характеристика печи ДСП-3

Емкость, тонн	3
Мощность, МВ	4
Диаметр рабочего пространства, мм	2230
Удельный расход электроэнергии на расплавление, кВт * ч/т	750
Производительность, т/ч	2,7

Количество печей рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot \eta \cdot q}, \quad (4)$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q - годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – производительность оборудования.[2]

$$N = \frac{34891}{3568 \cdot 0,85 \cdot 2,7} = 4,26 \text{ шт.}$$

Принимаем количество печей равным 5.

Количество печей выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = \frac{N_{\text{расчет}}}{N_{\text{факт}}}, \quad (5)$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

где $N_{\text{расчет}}$ – расчетное количество печей

$N_{\text{факт}}$ – принятое количество печей.

$$K_3 = \frac{4,26}{5} = 0,85$$

$0,7 < 0,85 < 0,9$ удовлетворяет неравенству/

1.3.2 Расчет парка ковшей

Для приема расплава из плавильной печи емкостью 3 тонны выберем поворотный ковш объемом 3 тонны (рисунок 5).



Рисунок 5 – Поворотный ковш

Расчет количества одновременно работающих заливочных ковшей производится по формуле:

$$N = \frac{q \cdot N_n \cdot t_{\text{ц}}}{60 \cdot m}, \quad (6)$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		21

где q - производительность плавильной печи т/час,
 N_n - число одновременно работающих печей;
 $t_{ц}$ - время оборота ковша, мин;
 m - емкость ковша, т.

$$N = \frac{2,7 \cdot 5 \cdot 35}{60 \cdot 3} = 2,63 \text{ шт.}$$

Следовательно, одновременно работать будут 3 ковша, 6 ковшей будет находится в ремонте и 3 ковша будут в запасе, таким образом общее количество ковшей будет равно 12.

1.3.3 Расчет шихты

В дуговых печах с кислой футеровкой выплавляют ограниченный сортамент сталей, включающий простые среднеуглеродистые (0,25-0,40% С), а также хромоникелевые, хромомолибденовые и другие среднеуглеродистые легированные стали. Выплавка в таких печах сложнолегированных сталей и сплавов, содержащих марганец, титан, алюминий, цирконий и др., практически невозможна [13].

Вследствие того, что в процессе кислой плавки фосфор и сера не удаляются, а их содержание в готовой стали за счет вводимых добавок может даже несколько увеличиться, шихтовые материалы должны содержать фосфора и серы на 0,1% меньше, чем допускается в готовой стали. В соответствии с этим собственные отходы не должны превышать 50% от массы шихты.

Остальную часть шихты составляют из отходов углеродистых сталей с низким содержанием серы и фосфора. Шихтовые материалы должны внести такое количество углерода, чтобы его содержание после расплавления было на 0,10-0,20% больше, чем в выплавляемой стали.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ		Лист
							22
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата			

Состав стали 35Л согласно ГОСТ 977-88 представлен в табл. 3.

Таблица 3 - Химический состав стали 35Л (ГОСТ 977-88), в %

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
0,32...0,4	0,40-0,90	0,20-0,52	не более				
			0,3	0,30	0,30	0,045	0,04

В составе шихты используют следующие материалы:

- отходы литейного цеха - 30%;
- стальной лом - 60%;
- стружка в брикетах - 10%;
- чугун передельный.

Данные о химическом составе шихтовых материалов приведены в табл. 4, а о составе шлакообразующих материалов - в табл. 5.

Таблица 4 – Состав шихтовых материалов

Шихтовые материалы	Массовая доля составляющих, %						
	C	Mn	Si	P	S	Al	Зола
Отходы литейного цеха	0,25	0,60	0,35	0,045	0,040	—	—
Стальной лом	0,25	0,50	0,40	0,040	0,040	—	—
Стружка в брикетах	0,25	0,45	0,35	0,045	0,040	—	—
Чугун передельный	4,00	0,70	0,65	0,150	0,030	—	—
Электроды	99,0	—	—	—	—	—	1,0
Ферросилиций	0,20	0,40	45,00	0,040	0,030	—	—
Ферромарганец	6,00	75,00	2,00	0,300	0,030	—	—
Алюминий	—	—	—	—	—	98*	—

* Остальную часть составляет железо.

Таблица 5 - Состав шлакообразующих материалов

Шлакообразующие материалы	Массовая доля составляющих, %				
	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO
Известь свежесожженная	92,00	3,0	3,00	1,00	1,0
Железная руда	0,70	0,3	6,00	3,00	90,0
Песок	—	—	96,00	2,00	2,0
Динас	1,34	—	96,58	0,58	1,5
Зола электродов	11,80	—	56,50	31,70	—

Соотношение между стальными компонентами шихты и чугуном можно определить, используя следующее балансовое по углероду уравнение:

$$100([C]_{\text{ст}} + [C]_{\text{изг}}) = (100 - X) \sum [C]_{\text{сш}} \cdot g_{\text{сш}} + [C]_{\text{ч}} \cdot X, \quad (7)$$

где $[C]_{\text{с}}$ - нижний предел содержания углерода в заданной марке стали, %;

$[C]_{\text{изб}}$ - превышение содержания углерода к концу периода плавления, в кислом процессе оно обычно составляет 0,10-0,20%;

$[C]$ с.ш. - содержание углерода в стальной составляющей шихты, %;

$[C]_{\text{ч}}$ - содержание углерода в чугуне, %;

X - содержание в шихте чугуна, %.

Так как в данном расчете за 100% принята сумма только компонентов, содержащих сталь, то выражение можно записать следующим образом:

$$100(0,22 + 0,2) = \left(\frac{1}{100+X} \right) (0,25 \cdot 30 + 0,25 \cdot 60 + 0,25 \cdot 10) + 4 \cdot X \quad \text{или}$$

$$42(100 + X) = 2500 + 4 \cdot X(100 + X) \quad \text{и в окончательном виде:}$$

$$4X^2 + 358X - 4700 = 0, \quad \text{откуда}$$

$$X = 4,52 \text{ кг}(\%).$$

Пересчитав вновь состав компонентов стали и чугуна исходя из 100% (например, для отходов литейного цеха: $30 \cdot 100 / (100+X)$), окончательно получим:

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		24

- отходы литейного цеха составят $30 \cdot 100 / (100 + 4,52) = 28,70$ кг (%);
- расход стального лома - $60 \cdot 100 / (100 + 4,52) = 57,41$ кг (%);
- расход стружки в брикетах – 10 шт.;
- расход чугуна - $4,52 \cdot 100 / (100 + 4,52) = 4,32$ кг (%).

С целью получения более точных расчетов следует учитывать, что отходы литейного цеха могут быть загрязнены песком в виде пригара (обычно от 0,5 до 2,0% [10]). Аналогичные загрязнения могут иметь и другие составляющие шихты. Тогда, если принять пригар равным 1%, действительное количество отходов литейного цеха составит $28,7(100-1)/100 = 28,41$ кг. Масса пригара будет равна $28,70 - 28,41 = 0,29$ кг.

Количество элементов, вносимое металлической шихтой, приведено в табл. 6.

Таблица 6 - Количество элементов, вносимых шихтовыми материалами

Шихтовые материалы	Масса, кг	Вносят элементов, кг					
		C	Мп	Si	P	S	Fe
Отходы литейного цеха	28,41	0,091	0,110	0,057	0,013	0,015	28,124
Стальной лом	57,41	0,184	0,230	0,230	0,023	0,023	56,703
Стружка в брикетах	9,57	0,024	0,043	0,033	0,004	0,004	9,462
Чугун перекдельный	4,32	0,173	0,030	0,028	0,006	0,001	4,082
<i>Итого:</i> кг	99,71	0,412	0,530	0,390	0,036	0,039	98,293
%	100,00	0,4	0,53	0,39	0,04	0,04	98,58

1.4. Формовочно-заливочное отделение

В формовочном отделении производятся следующие операции: формовка, сборка, заливка форм жидким металлом, охлаждение форм после заливки, а также выбивка отливок.

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в разовых песчаных формах является применение автоматических формовочных линий.

Для проектируемого цеха применяем комплексную автоматизированную линию, предназначенную для изготовления стальных отливок в песчаных формах марки Л653С.

Комплексные автоматическая линия типа Л653С (рис. 7) предназначены для изготовления стальных и чугунных отливок в песчано-глинистых формах в условиях мелкосерийного и серийного производства. На линиях предусмотрена возможность использования двух смесей: облицовочной и наполнительной. Линии комплектуют на базе формовочной установки с «плавающей» оснасткой и роликовых конвейеров. [16]

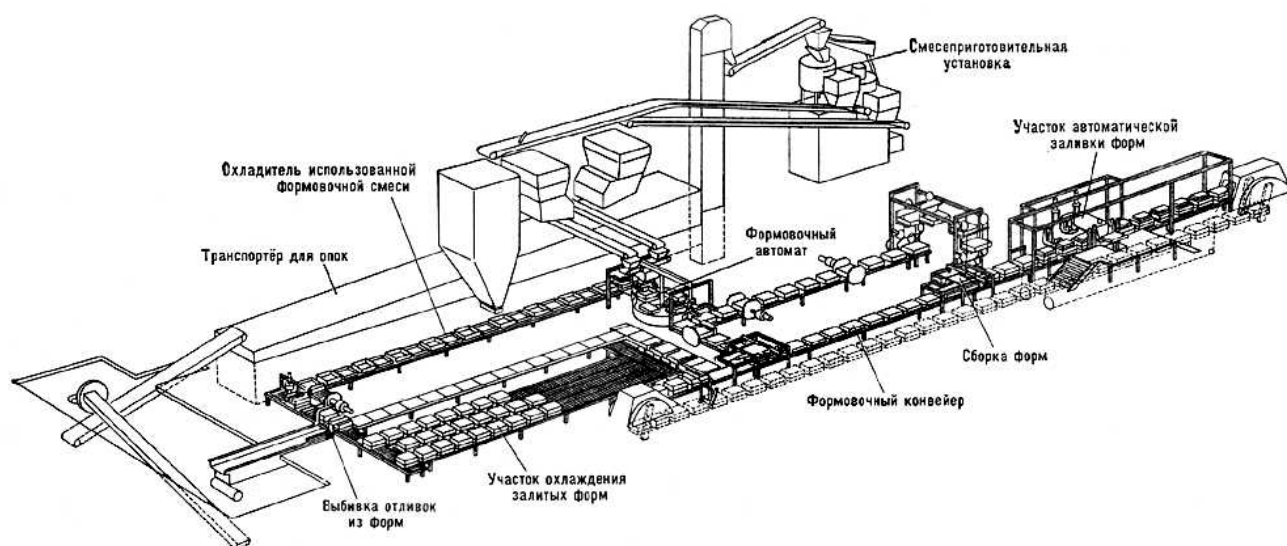


Рисунок 7 – Комплексная автоматическая линия

Техническая характеристика линии приведена в таблица 7.

Таблица 7 – Техническая характеристика формовочной линии Л653С

Параметр	Л653С
Размер опок, мм: – в свету – высота	800x700x350
Производительность цикловая, форм/ч	35
Металлоемкость формы, кг	2-700
Рабочее давление в гидросистеме, Мпа (кгс/см ²)	6,3
Установленная мощность, кВт	-
Габаритные размеры линий в плане, м	140x34
Масса линий, т	1500

Количество формовочно-заливочных линий рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot \eta \cdot q}, \quad (8)$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.[2]

Проведем расчет первой формовочной группы:

$$N = \frac{156500}{3568 \cdot 0,8 \cdot 35} = 1,57 \text{ шт.}$$

Принимаем количество формовочно-заливочных линий равным 2.

Количество формовочно-заливочных линий выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

$$K_3 = \frac{N_{\text{расчет}}}{N_{\text{факт}}}, \quad (9)$$

где $N_{\text{расчет}}$ – расчетное количество формовочно-заливочных линий
 $N_{\text{факт}}$ – принятое количество формовочно-заливочных линий.

$$K_3 = \frac{1,57}{2} = 0,785$$

$0,7 < 0,785 < 0,9$ удовлетворяет неравенству.

Проведем расчет второй формовочной группы:

$$N = \frac{5500}{3568 \cdot 0,6 \cdot 35} = 0,07 \text{ шт.}$$

Принимаем количество формовочно-заливочных линий равным 1.

1.5. Стержневое отделение

В стержневом отделение производят стержни, их отделку, сушку, покраску, а также комплектование.

Учитывая, что характер производства проектируемого цеха серийный применим универсальное оборудование, то есть автоматизированную линию для изготовления стержней из холодно-твердеющей смеси (ХТС).

Несмотря на высокую стоимость смеси ХТС, стержни из этой смеси широко применяются благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхности получаемых отливок. ХТС обеспечивает хорошую выбиваемость стержней и очистных работ.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		28

Свежая, изготовленная смесь выделяет в атмосферу цеха вредные газы. Поэтому для обеспечения удаления выделяющихся газов, предусмотрена местная приточно-вытяжная вентиляция, сосредоточив ее в районе максимального газовыделения выдачи смеси и смесителя, и засыпка смесью стержневых ящиков.

Для изготовления стержней из ХТС массой до 250 кг в условиях серийного производства отливок возьмем автоматизированную стержневую линию модели Л250Х (рисунок 8).

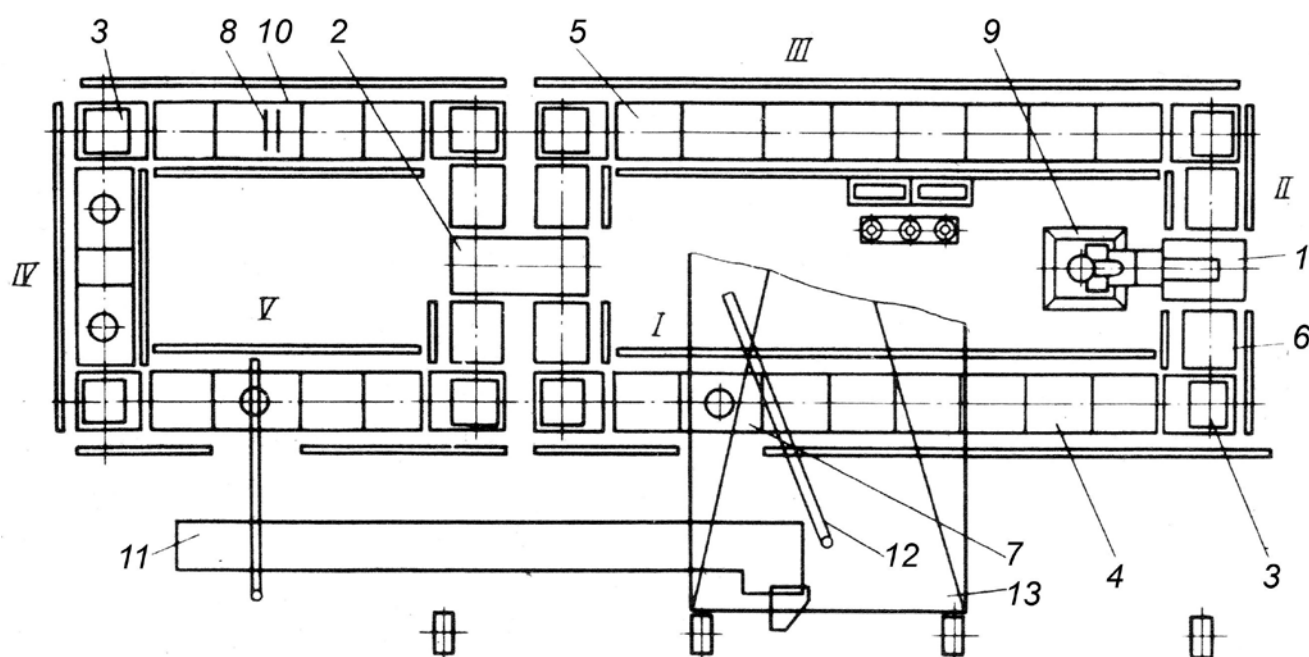


Рисунок 8 - Автоматизированная стержневая линия модели Л250Х:

- 1 – вибростол; 2 – поворотно-вытяжная машина;
- 3 – угловой стол; 4 – рольганги; 5 – рольганги;
- 6 – передаточный рольганг; 7 – рольганги;
- 8 – щетки; 9 – смеситель; 10 – камера очистки;
- 11 – ленточный транспортер;
- 12 – консольно-поворотный кран;
- 13 – подвесной однобалочный кран.

Каждая линия включает в себя комплект оборудования, на котором выполняются следующие операции по изготовлению стержней: приготовление смеси, наполнение стержневого ящика смесью, уплотнение стержневой смеси в ящике, накладывание транспортной плиты на ящик, кантовка ящика со стержнем и извлечение стержня, очистка транспортной плиты после съема стержня, перемещение ящика, плит и стержней, досылка и фиксация стержневых ящиков и плит на вибростоле и поворотной-протяжной машине, загрузка и выгрузка подъемника передачи стержней на верхний этаж.[16]

Техническая характеристика автоматизированной стержневой линии приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики автоматизированной стержневой линии Л250Х.

Параметры	Модель линии Л250Х
Наибольшая масса стержня, кг	До 250
Наибольший размер стержневого ящика, мм	1250x1000x750
Наибольшая производительность, съемов/ч	20
Грузоподъемность вибрационного стола, кг	1250
Мощность, кВт	90
Габаритные размеры, мм	17790x13200x3260
Масса, т	59

Количество автоматизированных стержневых линий рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot \eta \cdot q}, \quad (10)$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.[2]

$$N = \frac{32400}{3568 \cdot 0,55 \cdot 20} = 0,8 \text{ шт.}$$

Принимаем количество автоматизированных стержневых линий равным 1.

Количество автоматизированных стержневых линий выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = \frac{N_{\text{расчет}}}{N_{\text{факт}}}, \quad (11)$$

где $N_{\text{расчет}}$ – расчетное количество стержневых линий

$N_{\text{факт}}$ – принятое количество стержневых линий.

$$K_z = \frac{0,8}{1} = 0,8$$

$0,7 < 0,8 < 0,9$ удовлетворяет неравенству.

1.6 Смесеприготовительное отделение

Процесс приготовления смеси состоит из дозирования всех компонентов смеси, в них так же входят связующие и вода, загрузки их в бегуны в нужной последовательности, перемешивания для обеспечения однородности и заданных свойств готовых смесей.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		31

Мы выберем вихревой смеситель модели S1420D (рис. 9). (Предназначен для работы в цехах с серийным и массовым производством и оснащен вихревым смесителем).



Рисунок 9 - Вихревой смеситель модели S1420D

Вихревое смешивание отличается высокими линейными и вращательными скоростями движения частиц наполнителя. Распределение связующего в объеме смеси и по поверхности зерен наполнителя происходит под воздействием высоких динамических энергий создаваемых вихревой головкой. Характеристика смесителя модели S1420D приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Техническая характеристика смесителя S1420D

Производительность, т/час	30
Тип смесителя	Вихревой
Мощность головки, кВт	2*22
Установленная мощность, кВт	37
Режим работы	Наладочный, автоматический
Тип приготавливаемой смеси	Формовочная песчано-глинистая
Диаметр чаши, мм	2000
Масса, кг	7000

Количество смесителей рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot \eta \cdot q}, \quad (12)$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q - годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.[2]

$$N = \frac{162000}{3568 \cdot 0,9 \cdot 30} = 1,68 \text{ шт.}$$

Принимаем количество смесителей равным 2.

Количество смесителей выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = \frac{N_{\text{расчет}}}{N_{\text{факт}}}, \quad (13)$$

где $N_{\text{расчет}}$ – расчетное количество смесителей

$N_{\text{факт}}$ – принятое количество смесителей.

$$K_z = \frac{1,68}{2} = 0,84$$

$0,7 < 0,84 < 0,9$ удовлетворяет неравенству.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

1.7 Отделение финишных операций

Очистные операции составляют 30% затрат труда по приготовлению отливок. В отделении финишных операций выполняются работы по обрезке прибылей и литниковой системы, дробеструйная очистка, термическая обработка, зачистка, исправление дефектов в отливках, контроль отливок и их грунтовка.

В обрубном отделении цеха отливки проходят обработку в следующем порядке: предварительная очистка, обрезка и отбивка прибылей, выпоров, термическая обработка, очистка поверхности, разметка и исправление дефектов.

Очистка отливок будет проходить в дробеметных барабанах (рис. 10) периодического действия, технические характеристики которых приведены в таблице 10.



Рисунок 10 – Общий вид дробеметного барабана 42236

Дробебетные барабаны подберем для различных весовых групп.

Таблица 10 – Технические характеристики дробебетных барабанов

Характеристика	42203	42236
Назначение	очистка	Выбивка, очистка
Объем загрузки, м ³	0,3	1.2
Наибольшая масса загрузки барабана, кг	600	3000
Производительность т/ч	5	9,5
Наибольшая масса очищаемого изделия, кг	40	500
Наибольшая объемная диагональ очищаемого изделия, мм.	450	700
Масса дробы, выбрасываемая дробебетными аппаратами, кг/мин	350	800
Объем отсасываемого воздуха, м ³ /час	1030	18200
Габариты, мм: - длина (L) - ширина (B) - высота общая (H) - загрузление	2600x2100x 4200	6000x7000x6000

Количество дробебетных барабанов рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot \eta \cdot q}, \quad (14)$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q - годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η– коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.[2]

$$N = \frac{34891}{3568 \cdot 0,7 \cdot 9,5} = 1,47 \text{ шт.}$$

Принимаем количество дробебетных барабанов равным 2.

Количество дробебетных барабанов выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_3 = \frac{N_{\text{расчет}}}{N_{\text{факт}}}, \quad (15)$$

где $N_{\text{расчет}}$ – расчетное количество дробеметных барабанов;
 $N_{\text{факт}}$ – принятое количество дробеметных барабанов.

$$K_3 = \frac{1,47}{2} = 0,74$$

0,7 < 0,74 < 0,9 удовлетворяет неравенству.

Остатки от литников, выпоров, вырубка дефектов для заварки, технологических ребер в отливках из стали выполняют пневматическими рубильными молотками с зубилами или воздушно-дуговой резкой, либо при помощи механических резных инструментов типа «болгарки».

Для зачистки отливок от заусенцев, заливов, перекосов и неровностей, а также поверхностей отливок (ужимин, пригаров, мест заварки и т.д.) применяют абразивный механизированный инструмент. В нашем случае будем использовать механизированный комплекс для абразивной зачистки (рисунок 11), технические характеристики которого приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Техническая характеристика абразивного механизированного комплекса

Техническая характеристика	Модель 99912М
Наибольший размер отливки, мм	3000x1000x1000
Расчетная производительность, т/ч	3-5
Габаритные размеры, мм	8200x4600x2750



Рисунок 11 - Механизированный комплекс для абразивной зачистки

Количество механизированных комплексов рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_{\text{д}} \cdot \eta \cdot q}, \quad (16)$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q - годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.[2]

$$N = \frac{34891}{3568 \cdot 0,8 \cdot 5} = 2,43 \text{ шт.}$$

Принимаем количество механизированных комплексов равным 3.

Количество механизированных комплексов выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = \frac{N_{\text{расчет}}}{N_{\text{факт}}}, \quad (17)$$

где $N_{\text{расчет}}$ – расчетное количество дробеметных барабанов;

$N_{\text{факт}}$ – принятое количество смесителей.

$$K_3 = \frac{2,43}{3} = 0,81$$

$0,7 < 0,81 < 0,9$ удовлетворяет неравенству.

Следующая технологическая операция - термообработка отливок. Основной целью термообработки является снятие внутренних напряжений и улучшение обрабатываемости отливок при обработке резанием, придание металлу определенной структуры и физико-механических свойств.

Термообработку будем проводить в камерной термической печи модели Термогаз ДО24.30.10/1150 (рис. 12), техническая характеристика которой представлена в таблице 12.

Таблица 12 - Техническая характеристика камерной термической печи с выкатным подом модели Термогаз ДО-24.30.10/1150

$T_{\text{макс}}, ^\circ\text{C}$	Рабочее пространство, мм	Полезная нагрузка на под, т	Кол-во/мощность горелок, шт/кВт	Масса печи, кг
1150	3000x7500x2500	60	12/3240	45000



Рисунок 12 - Камерная термическая печь с выкатным подом модели Термогаз ДО-24.30.10/1150

Расчет производительности печи:

$$P = \frac{m}{t}, \quad (18)$$

где m - садка печи,

t - продолжительность цикла обработки отливок, ч.

$$P = \frac{84,3}{18} = 4,7 \text{ т/ч}$$

Расчет количества печей для термообработки:

$$\Pi_p = P \cdot K_{\text{и}} = 4,7 \cdot 0,75 = 3,5 \text{ т/ч}$$

где P – производительность печи, т/ч

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования.

$$N = \frac{21000}{3568 \cdot 3,5} = 1,68 \text{ шт.}$$

$$K_3 = \frac{1,68}{2} = 0,84$$

$0,7 < 0,84 < 0,9$ удовлетворяет неравенству.

Количество печей принимаем равное 2.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изготавливаемая деталь «Блок» имеет массу 59 кг. Габаритные размеры: преобладающий диаметр – 520 мм и ширина - 95 мм.

Деталь изготавливается из стали 35Л. Выбранная марка соответствует условиям работы детали. Количество стержней равно 1.

2.1 Характеристика материала детали

Из стали марки 35Л изготавливают станины прокатных станов, зубчатые колеса, тяги, бегунки, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, валки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

Таблица 13 - Химический состав стали 35Л (ГОСТ 977-88), в %

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
0,32...0,4	0,40-0,90	0,20-0,52	не более				
			0,3	0,30	0,30	0,045	0,04

Таблица 14 - Механические свойства 35 Л (ГОСТ 977-88)

σ_B , МПа	σ_T , МПа	σ_z , %	ψ , %	KCU, Дж/м ²
550	350	10	20	30

Сталь ограничено свариваемая.

2.2 Эскиз детали и технологичность конструкции

Конструкция данной детали не сложная (рис.4) её масса и габаритные размеры средние. Это позволяет выполнить её цельнолитой.

Внешнее очертание детали также не сложное и поэтому не требует изменений. Имеющиеся полости выполняются при помощи стержней; имеется хороший выход для знаковых частей и стержень хорошо фиксируется в форме.

Конфигурация внешних полостей сложная.

Анализ технологических условий и технологичности конструкции показывает, что наиболее эффективно отливка может быть получена методом литья в песчаную форму.

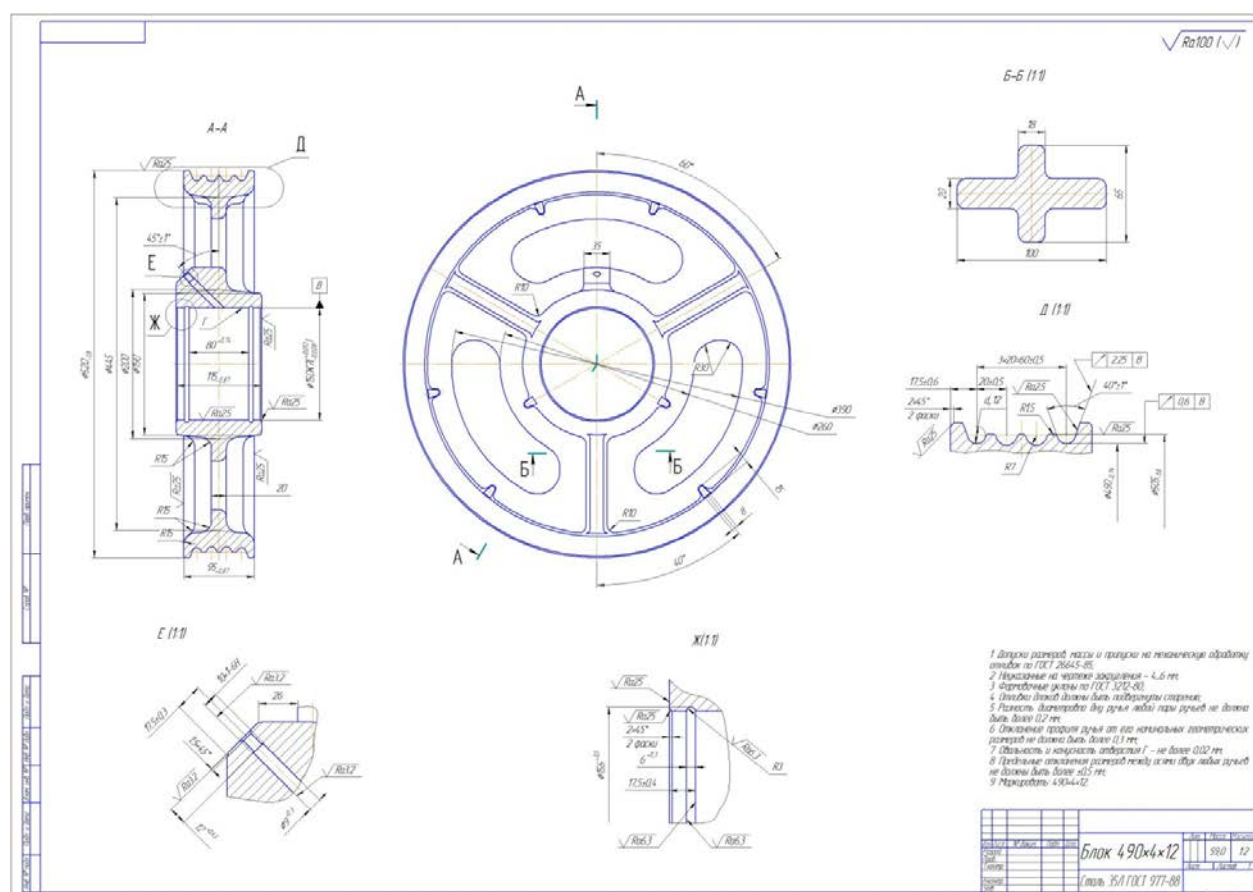


Рисунок 13 – Чертеж детали

Так как будущая отливка будет изготавливаться из стали 35Л, то её конструкция должна обеспечивать направленное последовательное затвердевание снизу вверх. Конструкция данной детали позволяет создать направленное затвердевание, так как есть возможность расположить отливку таким образом, чтобы тонкие части располагались внизу, а более массивные вверху под прибылью, следовательно, по данному критерию отливка технологична.

Вывод: в целом отливка не смотря на имеющиеся не технологичные элементы, является технологичной и ее можно получать методом литья, заданного качества при минимальных затратах.

2.3 Выбор способа формовки, состав формовочной и стержневой смеси

Для получения качественных отливок в песчаных формах большое значение имеет материал, из которого изготовлена форма. Около 50% брака получают в результате использования некачественных смесей. Заданные свойства формовочных смесей и форм обеспечиваются, прежде всего, посредством выбора соответствующих формовочных материалов.

Изготовление разовых песчано-глинистых форм (формовка) может осуществляться вручную или машинным методом. Ручная формовка применяется в единичном или мелкосерийном производстве, она может выполняться в опоках или почве, по моделям или шаблонам. При ручной формовке используют инструмент, в состав которого входят: лопата для насыпания земли в опоки; ручное сито для просеивания формовочной смеси; ручные и пневматические трамбовки; гладилки; прорезки литниковой системы; подъемник для удаления модели из формы; а также иглообразные спицы для изготовления вентиляционных каналов.

Машинная формовка применяется в крупносерийном и массовом производствах. При этом способе формовку производят на модельных плитах в двух опоках с уплотнением формовочной смеси с помощью прессовых и встряхивающих машин или пескометов.

На рисунке 14 представлена последовательность операций по изготовлению песчано-глинистой разовой литейной формы.

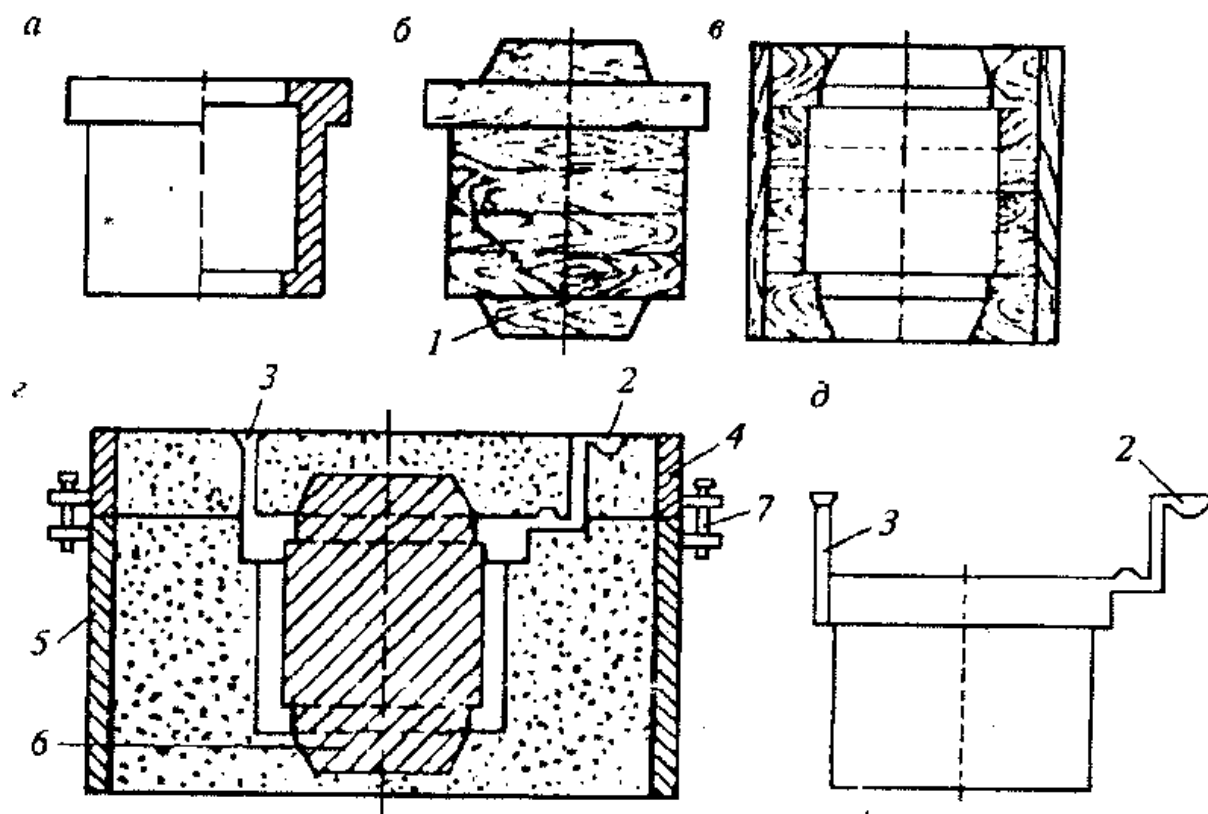


Рисунок 14 - Последовательность изготовления отливки:

а — эскиз отливки; б—деревянная модель; в—деревянный стержневой ящик;
г — литейная форма в двух опоках; д - отливка с литником и выпором; 1 — стержневые
знаки; 2— литник; 3 — выпор; 4—верхняя опока; 5 — нижняя опока; 6—стержень;
7—фиксирующий штырь.

На подмодельную плиту устанавливают нижнюю часть модели, модели питателей и опоку, в которую засыпают формовочную смесь и уплотняют ее. Опоку поворачивают на 180°, устанавливают верхнюю половину модели, модели шлакоуловителя, стояка и выпоров.

По центрирующим штырям устанавливают верхнюю часть опоки, в которую засыпают и уплотняют формовочную смесь. Извлекают модель стояка и выпоров, раскрывают форму. Из полуформ извлекают составные части модели отливки, модели питателей и шлакоуловителей; в нижнюю полуформу устанавливают стержень и накрывают нижнюю полуформу верхней.

К месту заливки собранных форм жидкий металл доставляется ковшами.

После заливки расплавленного металла, его кристаллизации и охлаждения литейную форму разрушают и извлекают отливку. Из выбитых отливок удаляются стержни. Затем удаляются литники, прибыли, заусенцы, очищаются поверхности от пригоревшей формовочной смеси. Очищенные отливки поступают на контроль, затем на термическую и механическую обработку.



Рисунок 15- Схема технологического процесса изготовления отливки

Песчаные формы для получения литых деталей изготавливаются из специальных формовочных смесей. Эти смеси должны отвечать следующим требованиям: быть достаточно огнеупорными и пластичными.

Форма приготовленная из этих смесей, должна быть прочной, газопроницаемой и податливой. Кроме того эти смеси должны быть достаточно долговечными и дешевыми. Таким требованиям отвечают смеси, имеющие в качестве главных составляющих песок, глину и влагу.

Состав формовочной смеси определяется маркой литейного сплава, его температурой перед разливкой по формам, размером и массой получаемой отливки, способом изготовления форм и другими показателями.

Для отливки «Блок» используем Единую формовочную смесь, данные смеси подходят для крупногабаритных отливок, которые подвергаются множественной механической обработке.

Таблица 15 - Характеристика и состав формовочной смеси

Состав, % (мас.)				Свойства				
Сульфит-ная барда	Смесь, бывшая в употреблении	Кварцевый песок	Глина	Влажность, %	Глинистая составляющая, %	Газопроницаемость, ед.	Зерновой состав	Прочность на сжатие, Мпа
До 5,0	60-40	33,5-51,0	6-8,5	4,5-5,5	11-13	100-130	02А	0,5-0,7

Стержни в процессе заливки испытывают значительно большие термические и механические воздействия по сравнению с формой, поэтому к стержневым смесям предъявляют более жесткие требования. Прочность стержня в сухом состоянии и поверхностная твердость должны быть выше, чем у формы. Стержневые смеси выбирают в зависимости от конфигурации и размеров стержней, положения их в форме, заливаемого сплава и толщины стенки отливки. При изготовлении стержня ручным способом, на пескодувных и пескометных машинах применим стержневую смесь для изготовления стержней третьего класса точности.

Характеристика и состав стержневой смеси ХТС представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Характеристика и состав стержневой смеси ХТС

Назначение смеси	Состав смеси, % по массе		Свойства смеси					
	Связующее	Катализатор	Предел прочности при растяжении, кПа после выдержки, ч				Живучесть, мин	Продолжительность твердения в ящике, мин
			1	2	3	4		
Отливки массой до 5 т, серийное производство	2,8 (смола БС-40)	1,8 (ортофосфорная кислота)	294-392	490-588	685-785	980-1270	1,5-2	6-7
Отливки массой 5 – 10 т, едичное и мелкосерийное производство	2,0 (смола ОФ-1)	1,2-1,4 (БСК 65 – 80%-ный)	-	-	-	588-685	8-9	35-40

Противопригарные краски применяются для окрашивания форм в два слоя, стержней с целью уменьшения пригара на отливках, образующегося за счет проникновения металла в поры формы. Принимаем для использования противопригарную краску СТ - 1.

Таблица 17 - Состав краски, вес. %

Пылевидный кварц	Бентонит	Декстрин	Формалин	Вода	Плотность, г/см ³
70,5	3,0	1,5	40 см ³	25,0	1,60-1,65

В процессе окраски необходимо регулярно перемешивать краску, чтобы не было осадения составляющих. Необходимо стряхивать излишек краски, избегать заливку вентиляционных каналов.

2.4 Выбор положения отливки в форме

Разработка литейной технологии начинается с выбора положения отливки в форме, при котором после заливки форм происходят процессы кристаллизации металлов, обеспечивающие получение плотной и однородной отливки.

Выбор правильного расположения отливки в форме имеет принципиальное значение, так как оказывает решающее влияние на качество будущей отливки, предопределяет разъем формы и модели и весь технологический процесс формовки.

Положение отливки в форме и разъем обуславливают контуры отливки, величину припусков на механическую обработку, возможные размеры опок, массу полуформ.

Правильный выбор расположения отливки в форме должен обеспечивать спокойное заполнение формы металлом, исключать разрушения отдельных участков формы и стержней, способствовать направленному затвердеванию. Обычно, при проектировании литейной технологии для конкретной отливки возможны несколько вариантов положения отливки в форме и разъемов формы.

Преимущества расположения отливки в нижней полуформе:

- вся отливка расположена в одной полуформе, поэтому исключается возможность сдвигов и перекосов полуформ, что влияет на размерную точность отливки;
- уменьшается вероятность ухода металла по разъему формы;

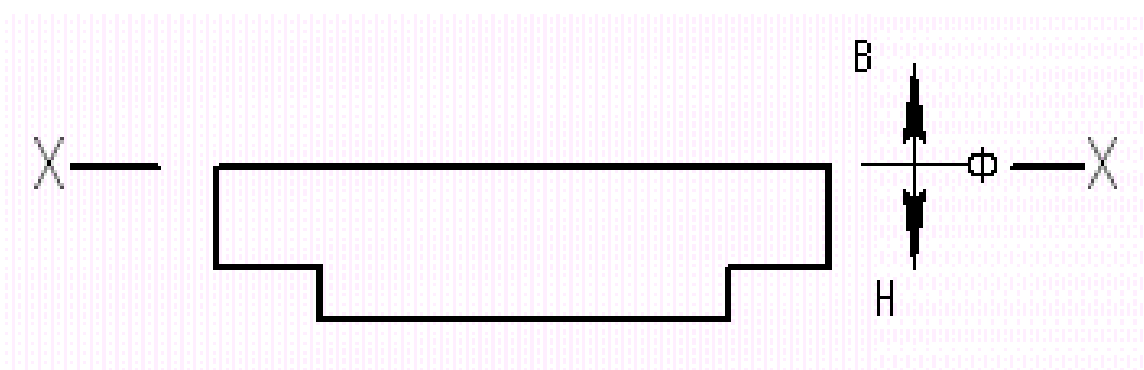


Рисунок 16 – Схема расположения отливки в нижней полуформе

- базовая поверхность отливки и поверхность подвергаемая механической обработке расположены в одной полуформе;
- применяется неразъемная модель, что удешевляет производство модельного комплекта;

- возможно создание условия для направленного затвердевания.

Недостаток данного метода:

- необходимость применения жеребеек

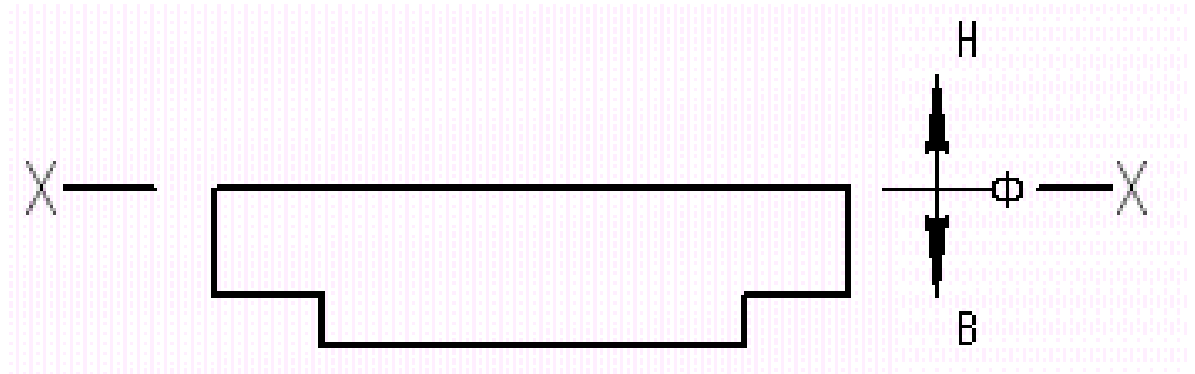


Рисунок 17 – Схема расположения отливки в верхней полуформе

Преимущества расположения отливки в верхней полуформе:

- вся отливка расположена в одной полуформе, поэтому исключается возможность сдвигов и перекосов полуформ, что влияет на размерную точность отливки;
- уменьшается вероятность ухода металла по разъему формы;
- базовая поверхность отливки и поверхность подвергаемая механической обработке расположены в одной полуформе;
- большинство обрабатываемых поверхностей располагаются в нижнем положении при заливке формы или вертикально;

Недостатки данного метода:

- увеличивается высота верхней полуформы, а следовательно перерасход смеси на полуформу и трудоемкость ее изготовления;
- невозможность извлечения модели из формы без ее разрушения, поэтому необходимо применять особые виды формовки;
- невозможность установки стержней.

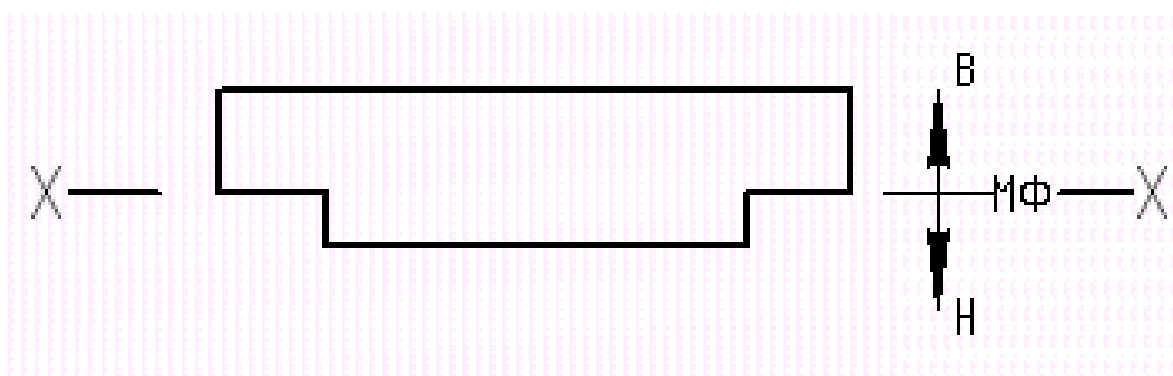


Рисунок 18 - Схема расположения отливки в нижней и верхней полуформах

Преимущества расположения отливки в нижней и верхней полуформах:

- большинство обрабатываемых поверхностей располагаются в нижнем положении при заливке формы или вертикально;
- возможно создание условия для направленного затвердевания;
- уменьшение высоты верхней и нижней полуформ, что влечет уменьшенный расход смеси.

Недостатки данного метода:

- необходимость применения разъемной модели, что влечет повышенную цену модельного комплекта;
- вероятность ухода металла по разъему формы;
- возможны перекосы.

На основании анализа рассмотренных вариантов принимаем расположение отливки в форме изображенное на рисунке 16, т.к. такое положение отливки в форме имеет наибольшее количество преимуществ и наименьшее количество недостатков.

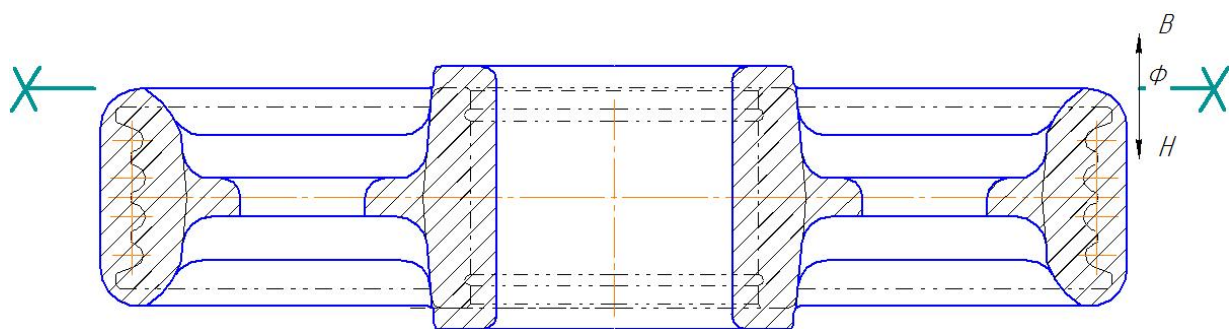


Рисунок 19 - Эскиз расположения отливки

При этом варианте обеспечивается направленная кристаллизация от тонкостенной части отливки к более массивной. Питатели наиболее целесообразно подводить по линии разъёма, так как в этом месте располагается массивная часть отливки. Данный вариант обеспечит принцип направленного затвердевания. Вариант расположения отливки предпочтителен также с точки зрения удобства формовки и сборки формы.

А также легко устанавливается стержень и имеется возможность его надёжного крепления.

2.5 Расчет припусков на механическую обработку и технологических припусков

Для определения размеров отливки и модели необходимо выбрать припуски на механическую обработку, допускаемые отклонения на размеры отливки, припуски на усадку и допускаемые отклонения на свободные размеры детали.

Припуском на механическую обработку называют слой металла на отливке подлежащий к удалению путем механической обработки для получения поверхности заданных размеров и чистоты. Величина припусков на механическую обработку зависит от:

- технологических процессов литья;
- массы отливки;
- максимального габаритного размера;
- материала отливки.

Припуски на механическую обработку назначают по ГОСТ 53464-2009. Этот ГОСТ распространяется на отливки из черных и цветных металлов и регламентирует: допуски на размеры, массу и припуски на механическую обработку.

В соответствии с материалом, выбранным методом литья и наибольшим габаритным размером классы точности размеров и масс детали попадают в интервал 7-13т. Из имеющегося интервала классов точности выбираем среднее значение, равное 11. Также имеем интервал для ряда припусков (2-5). Выбираем среднее значение, равное 4.

Класс точности: **10**,

Ряд припусков: **4**.

Полученные результаты показаны в табл. 18.

Для необрабатываемых поверхностей отливки размер определяется по формуле:

$$L_0 = L_d \pm 0,5 \cdot T, \quad (19)$$

а для обрабатываемых поверхностей[4]

$$L_0 = L_d \pm Z \pm 0,5 \cdot T, \quad (20)$$

где L_0 – размер отливки, мм;

L_d – размер детали, мм;

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

T – допуск размера, мм;

Z – величина припуска на механическую обработку, мм.

Таблица 18– Основные припуски отливки и допуски

№ припус ка	Поверхность отливки (определя- ющий размер), мм	Выбранный класс точности и ряд припусков	Допуск, мм,	Номинальный припуск на сторону, мм,	Расчётный размер отливки, мм
z1	95	Класс точности10, Ряд припусков: 4	2,8	4,5	104±1,4
z2					
z3	115		3,2	5,0	125±1,6
z4					
z5	Ø520		4,4	6,0	Ø532±2,2
z6	Ø190		3,6	5,0	Ø200±1,8
z5	Ø150		3,2	5,0	Ø140±1,6

Эскиз заготовки представлен на рисунке 20.

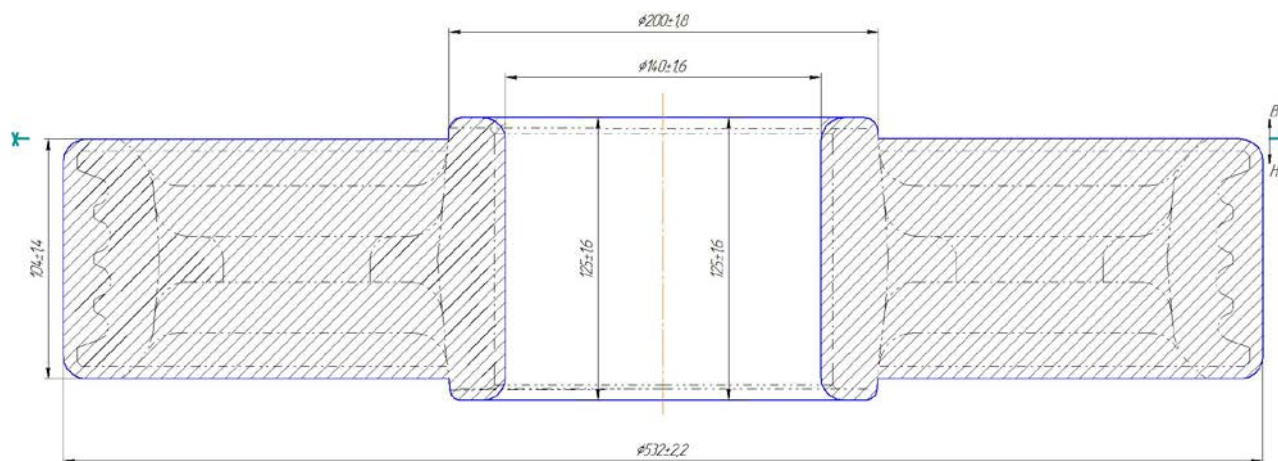


Рисунок 20 - Эскиз заготовки

2.6 Определение размеров опоки. Выбор конструкции и материала опоки

Литейная опока - приспособление для удержания формовочной смеси при изготовлении литейной формы, транспортировании ее и заливки жидким металлом.

Выбор оптимальных размеров опоки и размещение моделей в опоке или на плите имеет важное значение. Большие габариты опоки значительно увеличивают удельный расход формовочных материалов. Уменьшение размеров опоки при одном и том же количестве моделей приводит к появлению различных дефектов (обвал частей формы, утечка металла из формы во время заливки и т.п.).

При выборе размеров опоки следует учитывать, что использование чрезмерно больших опоки влечет за собой увеличение затрат труда на уплотнение формовочной смеси, нецелесообразный расход смеси; использование очень маленьких опоки может вызвать брак отливок вследствие продавливания металлом низа формы, ухода металла по разьему и т.п.

Для определения размеров опоки будем руководствоваться рекомендациями, изложенной в справочной и технической литературе.

В зависимости от массы жидкого металла и толщины стенки отливки выбираем соответствующую толщину песчаной формы от нижней, верхней и боковых стенок отливки, а также расстояния от прибыли или литниковой системы, обеспечивающие соответствующую прочность формы.

Минимальная толщина слоя смеси:

- от верха модели до верха опоки – 100 мм;
- от низа модели до низа опоки – 120 мм;
- от модели до стенки опоки – 20 мм;
- между моделью и шлакоуловителем – 60 мм;

Учитывая данные размеры толщины смеси, а также геометрические размеры отливки и прибылей выбираем опоки ГОСТ 17129-71 [7] с размерами в свету 800×700×150 мм и 800×700×200 мм.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		54

2.7 Проектирование стержня

Литейными стержнями называют элементы литейной формы, изготавливаемые отдельно от полуформ по специальной (как правило) оснастке и предназначенные для получения в отливке отверстий и полостей, которые не могут быть получены от модели.

Стержни, как правило, ставят в форму после сушки, чтобы увеличить их прочность и уменьшить газотворность.

Стержневые знаки служат для обеспечения правильного и надежного фиксирования стержня в форме и удаления из него газов во время заливки.

Для выполнения отливки необходим 1 стержень.

Основным положением при разработке технологического процесса отливки является выбор границ стержней, определение формы и размеров знаков стержней с учетом знаков фиксаторов, определение мест расположения и размеров вентиляционных каналов стержней и др.

При выборе границ стержней необходимо руководствоваться следующими основными требованиями:

- границы стержней должны обеспечивать простоту изготовления стержневого ящика, наименьшее число отъемных частей в нем, вкладышей, так как они не обеспечивают точности и быстро выходят из строя;
- основные опорные знаки стержней следует проектировать в нижней части литейной формы, особенно при крупных и сложных стержнях;
- верхние знаки стержней должны обеспечивать их точную фиксацию в литейную форму;
- крупные стержни необходимо просушивать в том положении, в котором их устанавливают в литейную форму;
- располагать стержни в нижней полуформе, так как на установку и крепление стержня в верхней полуформе затрачивается в 5-6 раз больше времени, чем в нижней.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

При разработке ТП получения отливки начинают с нанесения внешнего контура стержней и границ между ними. Сначала определяют внешние очертания стержня. При этом избегают применения лишних стержней, если части стенок отливки или ее плоскость можно получить по модели. Затем уточняют контур каждого стержня, исходя из следующих технологических требований:

- создание простейшей конструкции и удобства набивки стержневого ящика;
- минимальное проведение работ по отделке стержней;
- получение плоской опорной поверхности.

Имеющаяся внутренняя полость отливки может быть выполнена одним стержнем (рисунок 21).

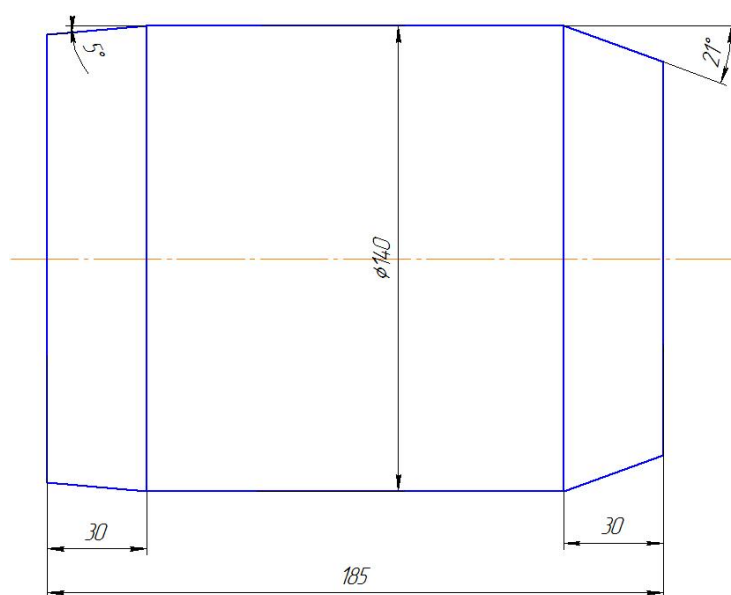


Рисунок 21 – Эскиз стержня

Размеры стержневых знаков стандартизованы, их определяют в зависимости от габаритных размеров стержня по ГОСТ 3212-92. Назначаем 30 мм. Зазоры между поверхностями знаковых частей форм и стержней, радиусы скругления кромок назначают в соответствии с ГОСТ 3606-80:

– зазоры- $S_1=1.6\text{мм}$; $S_2=1.6\text{мм}$; $S_3=1.5-2.5\text{мм}$ (принимаем 2мм.).

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		56

– радиус скругления 1^0 .

Стержень расположен в форме вертикально. Для предупреждения всплывания и перекоса стержня выполняем знаковую часть стержня (см. эскиз литейной формы).

Таблица 19– Размеры стержня

Наименование параметра	Значение
Размеры стержневых знаков	30
Зазоры:	
S_1 , мм	1,6
S_2 , мм	1,6
S_3 , мм	2
Радиус скругления	1^0

2.8 Назначение формовочных уклонов

Формовочные уклоны придаём рабочим поверхностям модели для удобства извлечения из формы. Они придаются вертикальным поверхностям модели, не имеющим конструктивных уклонов в направлении извлечения их из формы. Величины этих уклонов на модели выполняем согласно ГОСТ 3212-92 и она составляет $0^0 45'$.

2.9 Обеспечение питания отливки

Питание отливки – это процесс компенсации объемной усадки. Для осуществления эффективного питания отливки необходимо обеспечить направленное к прибыли затвердевание отливки, при этом должны выполняться два условия:

- по мере приближения к прибыли продолжительности затвердевания сечений отливки должна монотонно увеличиваться;
- сплав прибыли должен затвердевать последним.

2.10 Расчет прибылей

Прибыли применяются для получения плотных отливок без дефектов усадочного происхождения: раковин и пористости. В процессе формирования отливки прибыль составляет с нею единое целое и располагается таким образом, чтобы металл, сохраняющийся в ней в жидком состоянии, мог непрерывно поступать в затвердевающие части отливки для компенсации уменьшения их объема.

Прибыли для отливок подразделяют:

- по способу формовки: открытые и закрытые;
- по расположению относительно питаемого узла: прямого действия - присоединяемые к верхней поверхности отливок, и отводные (боковые) - присоединяемые к вертикальным или наклонным поверхностям отливок;
- по геометрической форме: круглые (цилиндрические, шаровые, полушаровые, кольцевые, полукольцевые, комбинированные), плоские (прямоугольные, квадратные) и фигурные.

Для выполнения своего назначения прибыль должна удовлетворять следующим требованиям:

- затвердевать позже отливки;
- в течение всего периода затвердевания отливки иметь необходимый для питания избыток жидкого металла.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Рассчитаем объемы прибылей по формуле Й. Пржибыла:

$$V_{\text{пр}} = \frac{V_0 \cdot \alpha_V \cdot \beta}{1 - \alpha_1 \cdot \beta}, \quad (21)$$

где α_V - относительная объемная усадка сплава;

β – коэффициент, зависящий от рода сплава и от принятых мероприятий по повышению рабочего давления в прибыли, по теплоизоляции и обогреву прибылей (для прибылей с атмосферным давлением в усадочной раковине $\beta=7$);

V – объем питаемого узла прибыли, см^3 ;

Объем первого питаемого узла равен 2355 см^3 .

Объем второго питаемого узла равен 8086 см^3 .

$$V_{\text{пр1}} = \frac{2355 \cdot 0,045 \cdot 7}{1 - 0,045 \cdot 7} = 1083 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{8086 \cdot 0,045 \cdot 7}{1 - 0,045 \cdot 7} = 3718 \text{ см}^3$$

Расчет габаритных размеров прибылей.

Прибыль №1

Ширина – $5 \text{ см} = 50 \text{ мм}$

Высота – $10 \text{ см} = 100 \text{ мм}$

Длина – $22 \text{ см} = 220 \text{ мм}$

Прибыль №2 (3 штуки).

Ширина – $5 \text{ см} = 50 \text{ мм}$

Высота – $12,5 \text{ см} = 125 \text{ мм}$

Длина – $20 \text{ см} = 200 \text{ мм}$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

2.11 Определение выхода годного

Коэффициент выхода годного показывает сколько металла, заливаемого в форму, приходится непосредственно на отливку. Выход годного рассчитывается по формуле:

$$ВГ = \frac{G_{отл}}{G_{отл} + G_{л.с} + G_{пр}} \cdot 100\%, \quad (22)$$

где $G_{отл}$ – масса отливки, кг;

$G_{пр.}$ – масса прибылей, приходящаяся на одну отливку, кг;

$G_{л.с.}$ – масса литниковой системы, приходящаяся на одну отливку, кг.

Массу прибылей можно вычислить, зная объем прибылей и плотность стали:

$$G_{пр} = \frac{V_{пр} \cdot \gamma}{1000}, \quad (23)$$

где γ – плотность жидкой стали – 7 кг/дм³

$$G_{пр1} = \frac{1083 \cdot 7}{1000} = 7,58 \text{ кг}$$

$$G_{пр2} = \frac{3718 \cdot 7}{1000} = 26,03 \text{ кг}$$

Массу литниковой системы определим как 5% от массы отливки:

$$G_{л.с} = 0,05 \cdot G_{отл} = 0,05 \cdot 100 = 5 \text{ кг};$$

$$ВГ = \frac{100}{100+7,58+26,03+5} \cdot 100\% = 72\%$$

Таким образом, подставив полученные данные в исходное уравнение, коэффициент выхода годного для нашей отливки составит: ВГ = 72%.

2.12 Конструкция и расчет литниковой системы

Литниковая система - система каналов и устройств, для подвода в определенном режиме жидкого металла в полость литейной формы, отделения неметаллических включений, обеспечения питания отливки при затвердевании. Правильная конструкция литниковой системы должна обеспечивать непрерывную подачу расплава в форму по кратчайшему пути, спокойное и

плавное ее заполнение, улавливание шлака и других неметаллических включений, создание направленного затвердевания отливки, минимальный расход металла на литниковую систему, не вызывать местных разрушений формы.

По направлению движения металла в полость литейной формы относительно горизонтальной плоскости (отливки) литниковые системы делятся на верхние, горизонтальные, вертикальные и т.д.

Для данного случая выбираем горизонтальную литниковую систему расширяющегося типа, как наиболее благоприятную для заполнения полости формы, что также хорошо влияет на качество отливок. В такой системе самым узким местом будет поперечное сечение стояка. Такая литниковая система обеспечивает ламинарный поток течения расплава и не размывает стенки формы.

Рассчитаем литниковую систему для стальной отливки «Блок» массой 100 кг. Масса прибылей 33,61 кг.

Для определения оптимальной продолжительности заливки формы рассчитаем массу жидкого металла, заливаемого в форму:

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		61

$$G_{\text{ж}} = G_{\text{отл}} + G_{\text{л.с}} + G_{\text{пр}}, \quad (24)$$

где $G_{\text{отл}}$ – масса жидкого металла, приходящегося на отливку, кг;

$G_{\text{приб}}$ – масса жидкого металла, приходящегося на прибыли, кг;

$G_{\text{л.с.}}$, – масса жидкого металла, приходящегося на литниковую систему, кг.

$$G_{\text{ж}} = 100 + 5 + 33,61 = 138,61 \text{ кг}$$

Расчет литниковой системы начнем с питателя литниковой системы:

$$F_n = \frac{G}{\rho \cdot t \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}}, \quad (25)$$

где μ – коэффициент сопротивления литниковой системы и формы;

ρ – плотность жидкой стали, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

G – масса отливки, кг;

t – время заполнения формы;

Рассчитаем оптимальную продолжительность заливки по формуле:

$$t = S \sqrt{2kG}, \quad (26)$$

где S – коэффициент, учитывающий толщину стенки отливки;

k – поправочный коэффициент;

$$t = S \sqrt{2kG} = 1,3 \sqrt{2 \cdot 0,62 \cdot 138,61} = 17 \text{ с}$$

H_p - расчётный статический напор;

$$H_p = H - \frac{P^2}{2C}, \quad (27)$$

где H - высота опоки от места подвода расплава, м;

P - высота отливки от места подвода расплава, м;

C - высота отливки, м;

$$H_p = 0,15 - \frac{0,125^2}{2 \cdot 0,25} = 0,12 \text{ м}$$

$$F_n = \frac{138,61}{7200 \cdot 17 \cdot 0,35 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,12}} = 16,8 \text{ см}^2$$

Принимаем отношение площадей стояка, шлакоуловителя, питателей, как отношение чисел:

$$\Sigma F_{nut} : F_{ул} : F_{ст} = 1 : 1,15 : 1,3$$

Площадь стояка:

$$F_{ст} = \Sigma F_{nut} \cdot 1,3 = 16,8 \cdot 1,3 = 21,8 \text{ см}^2;$$

Площадь сечения шлакоуловителя:

$$\Sigma F_{ул} = \Sigma F_{nut} \cdot 1,15 = 16,8 \cdot 1,15 = 19,3 \text{ см}^2;$$

$$F_{ул} = \frac{\Sigma F_{nut}}{2} = \frac{19,3}{2} = 9,65 \text{ см}^2;$$

Площадь питателя:

$$F_{nut} = \frac{\Sigma F_{nut}}{2} = \frac{16,8}{2} = 8,4 \text{ см}^2;$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Диаметр стояка

$$d_{cm} = \sqrt{\frac{F_{cm} \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{21,8 \cdot 4}{3,14}} = 5,3 \text{ см},$$

принимаем $d_{cm} = 55$ мм.

Рассчитаем параметры шлакоуловителя:

$$F_u = 0,81a^2$$

$$a = \sqrt{\frac{F_u}{0,81}} = \sqrt{\frac{9,65}{0,81}} = 3,45 \text{ см}$$

принимаем $a = 3,5$ см

$$b = 0,8a = 0,8 \cdot 3,5 = 2,8 \text{ см}$$

$$h = 0,9a = 0,9 \cdot 3,5 = 3,15 \text{ см}$$

Рассчитаем параметры питателя:

$$F_{nut} = 0,8a^2$$

$$a = \sqrt{\frac{F_u}{0,81}} = \sqrt{\frac{8,4}{0,8}} = 3,24 \text{ см}$$

принимаем, $a = 3,5$ см

2.13 Заливка формы

Качество отливок во многом зависит от температуры заливки, поэтому необходимо стремится заливать формы сталью с высокой температурой (от 1550 до 1450 °С), хотя при этом в отливках возникает больше напряжений и

увеличивается склонность к образованию горячих трещин. При заливке форм сталью с более низкой температурой в отливках появляется много газовых раковин и шлаковых включений.

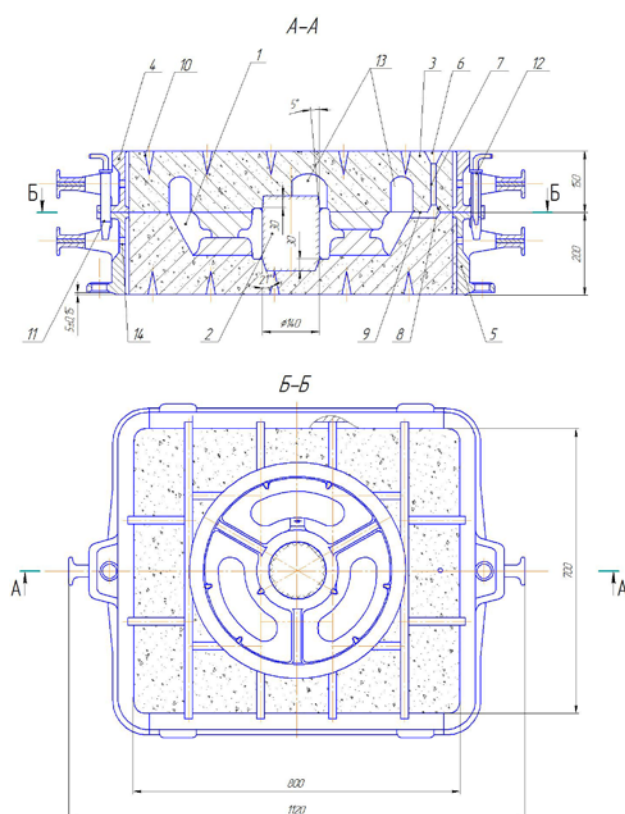
Сталь в форму можно заливать из стопорных, чайниковых и др. ковшей.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		64

Перед выпуском стали из печи ковши должны быть чистыми и сухими с нагретой до красна футуровкой; при недостаточном нагреве ковша сталь в нем быстро охлаждается и в ковше образуются настыли.

В условиях мелкосерийного производства при изготовлении крупных по массе отливок допускается из одного ковша заливать не более двух форм.

Эскиз литейной формы представлен на рисунке 22.



- 1 – Литейная полость
- 2 – Стержень
- 3 – Формовочная смесь
- 4 – Верхняя опока
- 5 – Нижняя опока
- 6 – Литейная чаша
- 7 – Стояк
- 8 – Шлакоуловитель
- 9 – Питатель
- 10 – Выпар
- 11 – Штырь центрирующий
- 12 – Штырь направляющий
- 13 – Придвиль
- 14 – Отверстие для выхода газов

Рисунок 22 – Эскиз литейной формы

2.14 Охлаждение отливки

После заливки формы отливка охлаждается и затвердевает.

Полностью затвердевшая отливка должна определенное время охлаждаться с формой, т.к. прочность металла при высоких температурах мала и отливка может быть разрушена при преждевременной выбивке из формы. Кроме того, выбивка при высокой температуре нежелательна, потому что охлаждение ее на воздухе неравномерно: тонкие части будут охлаждаться быстрее массивных, что вызовет появление в отливке внутренних напряжений, ее коробление и даже трещины.

Для сокращения продолжительности охлаждения отливок, особенно массивных, используют различные методы принудительного охлаждения: формы обдувают воздухом; в формы при формовке укладывают змеевики или

трубы, по которым пропускают воздух или воду и др. При этом качество отливок не ухудшается.

Длительное нахождение отливки в форме нежелательно, т.к. это приводит к снижению производительности литейных цехов.

2.15 Выбивка отливки

Процесс выбивки отливок заключается в том, что затвердевшие и охладившиеся до заданной температуры отливки извлекают из формы. Форму разрушают, и из отливки удаляют стержни.

Вывивку отливок из литейных форм выполняют на специализированном оборудовании.

Отливку выбивают на выбивных решетках с грузоподъемностью 10 тонн.

В механизированных цехах применяют специальное оборудование – выбивные решетки.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		66

Стрежни из отливок выбивают в галтовочных барабанах, гидрокамерах, электрогидроустановках, реже - на вибрационных машинах. В галтовочных барабанах операция выбивки совмещается с очисткой поверхности отливки.

Участки выбивки оборудованы мощной приточно-вытяжной вентиляцией. Выбивные устройства для форм крупных и очень крупных отливок на период работы закрывают накатными кожухами.

2.16 Очистка

Очистка отливок — процесс удаления пригара, остатков формовочной и стержневой смеси с наружных и внутренних поверхностей отливок. Отливки на очистку подают без стержневых каркасов, литников, прибылей и выпоров.

Попадая в дробеметную камеру отливка обрабатывается потоком дробы из дробеметных головок, установленных на стенках камеры.

Технологический процесс очистки отливки складывается из следующих операций:

- удаления стержней из отливок; отделения литников, выпоров и прибылей;
- очистки отливок от приставшей формовочной смеси;
- удаления заусенцев, окалины, а также правки отливок после термической обработки и их окраски (если эти операции предусмотрены технологией);
- окончательного контроля качества отливок после очистки и обрубки.

Для отливки очистку проводят в дробеметных камерах периодического действия.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		67

2.17 Обрубка

Одной из наиболее тяжелых и трудоемких операций в литейном производстве является обрубка отливок.

Обрубка отливок — процесс удаления с отливки прибылей» литников, выпоров и заливов (облоев) по месту сопряжения полуформ.

Обрубку отливки производят газокислородной резкой. Прибыли крупных отливок удаляют так же газокислородной резкой. При разрезке металл расплавляется под действием горения ацетилена и удаляется направленной струей сжатого воздуха.

После обрубки отливки зачищают, удаляя мелкие заливки, остатки прибылей, выпоров и литников.

2.18 Зачистка

Зачистку отливки выполняют шлифовальными машинками (болгарками). Используют подвесные обдирочно-шлифовальные станки.

Зачистку поверхности проводят для проведения визуального определения дефектов отливки т снятия окалины после термообработке.

2.19 Термообработка

Термическая обработка литых деталей способствует улучшению структуры, повышению механических свойств сплавов, устранению коробления отливок за счет уменьшения внутренних напряжений.

Температурный режим зависит от назначения термообработки, вида сплава, характера и особенностей эксплуатации литой детали.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		68

Для отливки изготовленной из стали 35Л назначаем нормализацию и отпуск. Режимы назначенной термообработки представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Режимы термической обработки отливки

Материал	Температура нагрева, 0С	Скорость нагрева, 0С/ч	Выдержка, ч	Примечания
Сталь 35Л	Нормализация			
	850	более 100	1...2	Применяют для измельчения первичной структуры отливок, снятия внутренних напряжений и повышения механических свойств.
	Высокий отпуск			
	550	30...40	1...2	Применяют для увеличения ударной вязкости и снижения твердости отливок. Охлаждают на воздухе

2.20 Контроль качества

Т.к. отливка выполняется из стали 35Л, то при контроле качества проверяют следующие характеристики:

- 1) геометрические размеры с помощью шаблонов и измерительных инструментов;
- 2) масса отливки взвешиванием;
- 3) наличие внешних дефектов визуально до очистки и термообработки и после зачистки;
- 4) химический состав по методу химического или спектрального анализа в цеховой лаборатории;
- 5) статические механические свойства – по выточенным из заготовки образцам – на растяжение, удлинение, сжатие и твердость;
- 6) динамические механические свойства ударную вязкость;
- 7) дефекты в отливке (трещины, раковины, рыхлоты) магнитным способом

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Управление персоналом

Управление персоналом включает в себя реализацию следующих мероприятий:

- Разработка квалификационной структуры кадров;
- Распределение работающих по участкам и обслуживаемому оборудованию;
- Определение численности и состава работающих по категориям;
- Оптимизация режима труда;
- Формирование системы оплаты труда и планирование фонда заработной платы;
- Разработка системы стимулирования трудовой деятельности;
- Обеспечение условий труда, отдыха и быта;
- Оценка персонала;
- Обучение и переподготовка кадров;
- Отбор и продвижение кадров, организация маркетинга персонала;
- Оценка эффективности труда;
- Обеспечение участия персоналом и служащих в управлении предприятием.

Система управления персоналом и служащих в управлении предприятии включает в себя следующие подсистемы:

- Планирования, прогнозирования и маркетинга персонала;
- Оформление и учета кадров;
- Развития кадров;
- Трудовых отношений.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

3.2 Проектирование численного и квалификационного состава работающих

Потребность предприятия в персонале должна планироваться по группам и категориям. Количественная характеристика персонала предприятия измеряется такими показателями как списочная, среднесписочная и явочная численность работников. Списочный состав отражает движение численности всех работников, постоянных и временных, прием на работу и увольнение с работы и др.

При планировании определяем качественный (квалификационный) и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. При определении квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом анализа и развитием средств стимулирования труда; обслуживаемого оборудования, сложностью выполнения работ и квалификационными справочниками.

Различают списочную и явочную численность рабочих, фактически участвующих в производственном процессе. Списочная численность рабочих включает всех постоянных и временных рабочих, имеющих трудовые договорные отношения с предприятием. [8]

Расчет численности рабочих выполняем по формуле:

$$N_{ai} = H_i \cdot A_i \cdot C_i, \quad (28)$$

где H_i - норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.;

C_i - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N_{spi} = H_i \cdot K_{сп}, \quad (29)$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

где $K_{\text{сп}}$ - коэффициент списочного состава,

$$K_{\text{сп}} = T_{\text{н}}/T_{\text{д}}, \quad (30)$$

где $T_{\text{н}}$ - номинальный фонд времени, сут;

$T_{\text{д}}$ - действительный фонд времени, сут. [8]

Величина $T_{\text{н}}$ и $T_{\text{д}}$ определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося по формуле:

$$T_{\text{н}} = (365 - В - П - П_{\text{п}}) \cdot 8 + П_{\text{н}} \cdot 7, \quad (31)$$

где $В=52 \cdot 2=104$ - число выходных дней;

$П=9$ - число праздничных дней;

$П_{\text{п}}=8$ - число предпраздничных дней.

$$T_{\text{н}} = (365 - 104 - 9 - 8) \cdot 8 + 8 \cdot 7 = 2008 \text{ ч.}$$

Действительный фонд рабочего времени равен:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{н}} - Н, \quad (32)$$

где $Н$ - планируемые невыходы на работу (отпуска, невыходы по болезни, по выполнению государственных обязанностей, учебные отпуска).

Баланс рабочего времени основных рабочих представлен в таблице 21.

Таблица 21 - Баланс рабочего времени основных рабочих

Статья баланса	Фонд времени	
	сутки	часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	252	2008
Плановые невыхода на работу	38	304
В том числе:		
основной и дополнительный отпуск	30(25)	-
по болезни	7	-
выполнение государственных обязанностей	1	-
отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	213	1704
Коэффициент списочного состава, K_o	1,18	

Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих представлен в таблице 22.

Таблица 22 - Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих

Статья баланса	Фонд времени	
	сутки	часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	252	2008
Плановые невыхода на работу	34	272
В том числе:		
основной и дополнительный отпуск	24(21)	-
по болезни	7	-
выполнение государственных обязанностей	1	-
отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	217	1736
Коэффициент списочного состава, K_o	1,16	

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих, который сводим в таблицу 23. Расчет списочного состава вспомогательных рабочих приведен в таблице 24.

Таблица 23 - Списочный состав рабочих

Наименование отделений и профессий	Тариф- ный разряд	Число смен в сутки	Норма обслужи- вания	Количес- тво агре- гатов	Количество рабочих			
					в смену	в сутки	списоч- ное	К _{сп}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I.Плавильное отделение ДСП-3				5				1,18
1. Плавильщик	5	2	1		5	10	12	
2. Подручный	2	2	1		5	10	12	
3. Завальщик	3	2	0,33		2	4	6	
4. Шихтовщик	3	2	0,33		2	4	6	
5. Заливщик	4	2	1	3	3	6	8	
Итого					17	34	44	
II.Формовочное отделение Комплексно- механическая формовочная линия Л653С				3				1,18
Оператор	4	2	1		3	6	8	
Итого					3	6	8	
III. Смесеприготовитель- ное отделение Смеситель S1420D				2				1,18
Оператор	4	2	1		2	4	6	
Итого					2	4	6	
IV.Стержневое отделение Автоматизированная стержневая линия Л250Х				1				1,18
Оператор	4	2	1		1	2	4	
Итого					1	2	4	
V.Отделение выбивки, очистки и термообработки отливок								1,18
1.Дробеметные барабаны				2				
Оператор	4	2	1		2	4	6	
Итого					2	4	6	
2. Оборудование для обрубки литья								
Обрубщик	3	2	1	2	2	4	6	
Итого					2	4	6	
3. Механизированный комплекс абразивной зачистки отливок 99912М				3				
Оператор	4	2	1	2	3	6	8	
Итого					3	6	8	

Окончание таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. Термическая печь				2				
Термист	4	2	1		4	8	10	
Итого					4	8	10	
ВСЕГО					34	68	92	

Таблица 24 - Списочный состав вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Тариф- ный разряд	Число смен в сутки	Количество рабочих			К сп
			Явочное		Списочное	
			В смену	В сутки		
Комплектовщик моделей	4	2	1	2	3	1,16
Ковшевой	4	2	3	6	8	
Маркировщик литья	1	2	1	2	3	
Модельщик по ремонту моделей	4	2	2	4	5	
Контролёр	3	2	2	4	5	
Лаборант	4	2	2	4	5	
Весовщик	2	2	1	2	3	
Водитель внутрицехового транспорта	2	2	2	4	5	
Крановщик	4	2	4	8	10	
Кладовщик	3	2	2	4	5	
Слесарь	4	2	2	4	5	
Электрик	4	2	3	6	7	
Футеровщик	4	2	2	4	5	
Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	2	2	2	4	5	
Стропальщик	3	2	4	8	10	
Всего вспомогательных рабочих			33	66	84	

Таблица 25 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Коли- чество, чел.	Должност- ной оклад, руб.	Сумма оклада с учетом районного коэффициента, руб.	
			За месяц	За год
1	2	3	4	5
ИТР				
Начальник цеха	1	50 000	57 500	690 000
Зам. начальника цеха по производству	1	40 000	46 000	552 000
Зам. начальника цеха по подготовке производства	1	40 000	46 000	552 000
Начальник планово-диспетчерского бюро	1	30 000	34 500	414 000
Начальник технологического бюро	1	30 000	34 500	414 000

Окончание таблицы 25

1	2	3	4	5
Начальник бюро труда и заработной платы	1	30 000	34 500	414 000
Начальник бюро технического контроля	1	30 000	34 500	414 000
Старший мастер	4	25 000	115 000	138 000
Мастер	8	20 000	160 000	192 000
Старший энергетик	1	25 000	28 750	34 500
Главный механик	1	25 000	28 750	34 500
ИТОГО	21	305 000	562 500	7 440 000
Служащие				
Табельщик	1	15 000	17 250	207 000
Секретарь	1	17 000	19 550	234 600
Бухгалтер	2	30 000	69 000	828 000
Завхоз	1	15 000	17 250	207 000
Экспедитор	1	12 000	13 800	165 600
Инструктор по кадрам	1	20 000	23 000	276 000
ИТОГО	7	109 000	159 850	1 918 200
МОП				
Курьер	1	10 000	11 500	138 000
Уборщик	4	10 000	46 000	552 000
Сторож	3	10 000	34 000	414 000
ИТОГО	8	30 000	91 500	1 104 000
ВСЕГО	36	444 000	821 675	10 462 200

Таблица 26 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество человек	Удельный вес в общей численности, %
Рабочие, всего	176	83
В том числе:		
• основные	92	43,3
• вспомогательные	84	39,6
ИТР	21	10
Служащие	7	3,3
МОП	8	3,8
Итого:	212	100

3.3 Организация и планирование заработной платы

Расчёт фонда заработной платы:

$$T_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{ст.}i} \cdot \frac{N_i}{N_{\text{я}}}, \quad (33)$$

где $T_{\text{ст.}i}$ - ставка рабочего i -го разряда;

N_i - явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{\text{я}}$ - явочное число рабочих данной группы.

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{т.ф.}} = T_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ч}}, \quad (34)$$

где $H_{\text{ч}}$ - годовые затраты времени данных рабочих на программу, ч

$$З_{\text{т.ф.с.}} = З_{\text{т.ф.}} + \Delta З_{\text{с}}, \quad (35)$$

где $З_{\text{т.ф.с.}}$ - зарплата сдельщиков;

$\Delta З_{\text{с}} = З_{\text{т.ф.}} \cdot (K - 1)$ - приработок сдельщика (коэффициент выполнения норм выработки K можно принять в пределах 1,5-1,3);

$$H_{\text{ч}} = N_{\text{сп}} \cdot T_{\text{д}}, \quad (36)$$

где $N_{\text{сп}}$ - списочное число рабочих данной группы;

$T_{\text{д}}$ - действительный фонд рабочего времени рабочего, ч.

Фонд основной заработной платы (за отработанное время) рабочих каждой группы рассчитывается по формуле:

$$З_{ос} = З_{т.ф.с.} = (1 + K_{пр} + K_{ст} + K_{ком} + K_{др}) \cdot K_{рн}, \quad (37)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент премиальных затрат;
 $K_{ст}$ – коэффициент стимулирующих доплат;
 $K_{ком}$ – коэффициент компенсационных доплат;
 $K_{др}$ – коэффициент прочих доплат;
 $K_{рн}$ – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$З_{доп} = \frac{З_{ос} \cdot K_{доп}}{100}, \quad (38)$$

где $K_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Годовой фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{г.ф.} = З_{ос} + З_{доп}$$

Результаты расчетов фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Расчет фондов заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Участок	Количество рабочих, ч	Средняя часовая ставка, ч	Затраты времени на программу, чел.ч.	Затраты за отработанное время, тыс. руб.							Зарплата, тыс. руб.			
				по ставке	приработок сдельщика	премии	стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	Итого	с учетом районного коэффициента	за неотработанное время	годовой фонд	среднемесячная по отделению	среднемесячная на одного рабочего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Плавильное отделение	44	155	74976	11621,28	5810,64	5229,58	2614,79	1741,45	27017,74	31070,4	739,77	31810,2	2650,85	60,25
Формовочное отделение	8	161	13632	2194,54	1097,27	987,54	493,77	328,85	5101,97	5867,27	139,7	6006,97	500,58	62,57
Стержневое отделение	4	152	6816	1036,03	518,02	466,21	233,11	155,25	2408,62	2769,91	65,95	2835,86	236,32	59,08
Смесепприготовительное отделение	6	152	10224	1554,05	777,03	699,32	349,66	174,83	3554,89	4088,15	97,34	4185,49	348,79	58,13
Отделение выбивки, очистки, и термообработки литья	30	160	51120	8179,20	4089,6	3923,64	1961,82	980,91	19135,17	22005,5	523,94	22529,4	1877,45	62,58
ИТОГО	92											67367,92	5613,99	302,61

Окончание таблицы 27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вспомогательные работчие	84	80,5	145824	11738,83	5869,42	5282,47	2641,24	1759,06	27291,02	31384,7	747,25	32131,9	2677,66	31,88
Всего	176											99499,82	8291,65	334,49

3.4 Отчисление в социальные фонды

Порядок уплаты страховых взносов во внебюджетные фонды определяется законом от 24.07.2009 № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования» [9] и частично федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования. Применяются следующие ставки страховых взносов:

- отчисления в Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (5,10 % от фонда заработной платы);
- отчисления в Фонд социального страхования Российской Федерации (2,90% от фонда заработной платы);
- отчисления в Пенсионный фонд Российской Федерации (22% от фонда заработной платы).

Отчисления в социальные фонды от фонда оплаты труда основных и остальных трудящихся приведены в таблице 28.

Таблица 28 - Отчисления в социальные фонды

Фонд заработной платы, тыс. руб.	Отчисления в фонд, тыс. руб.			Отчисления в социальные фонды, тыс. руб.
	Пенсионный	Медицинского страхования	Социально гос- страхования	
Основные рабочие по цеху (67367,92)	14820,94	3435,76	1953,67	20210,37
Вспомогательные рабочие по цеху (99499,82)	21899,96	5074,49	2885,49	29859,94
Управленческий и обслу- живающий персонал по цеху (10462,2)	2031,7	533,57	303,4	2868,67

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Общий фонд заработной платы по цеху, тыс. руб.

	Фонд заработ- ной пла- ты, тыс. руб.	Виды оплаты из фонда потребления, тыс. р.						Общий фонд зара- ботной платы, тыс. р.
		Едино- ремен- ные премии (5%)	Возна- ражде- ния за выслугу лет (4,5%)	Мате- риаль- ная по- мощь (3%)	Допла- ты к отпус- ку (2%)	Оплата жилья (5%)	Другие оплаты (1%)	
Основные рабочие	67367,92	3368,40	3031,56	2021,04	1347,36	3368,40	673,68	81178,36
Вспомо- гательные рабочие	99499,82	4974,99	4477,49	2984,99	1989,99	4974,99	995,00	119897,27
ИТР, служащих и МОП	10462,2	523,11	470,80	313,87	209,24	523,11	104,62	12606,95
ИТОГО	177329,94	8866,5	7979,85	5319,9	3546,59	8866,5	1773,3	213682,58

3.5 Расчет основных параметров цеха

Общая площадь цеха определяется как сумма площадей всех производственных отделений литейного цеха и вспомогательных отделений (служебно-бытовые помещения не учитываются):

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

$$S_{\text{общ.цех}} = S_{\text{произв.}} + S_{\text{всп.}}$$

Производственная площадь определяется по формуле:

$$S_{\text{произв.}} = K \cdot (S_{\text{плав.отд.}} + S_{\text{форм.отд.}} + S_{\text{стерж.отд.}} + S_{\text{смес.отд.}} + S_{\text{очис.отд.}}), \quad (39)$$

где $S_{\text{плав.отд.}}$ – площадь плавильного отделения, м^2 ;

$S_{\text{форм.отд.}}$ – площадь формовочного отделения, м^2 ;

$S_{\text{стерж.отд.}}$ – площадь стержневого отделения, м^2 ;

$S_{\text{смес.отд.}}$ – площадь смесеприготовительного отделения, м^2 ;

$S_{\text{очис.отд.}}$ – площадь отделения очистки выбивки и термообработки, м^2 ;

K – коэффициент учитывающий, дополнительные площади на проходы, размещение инструмента и т.д.

$$K = 1,3$$

Таблица 30 – Расчет производственной площади цеха

Отделение	Наименование оборудования и габаритные размеры, мм	Площадь оборудования, м^2	Количество оборудования, шт.	Общая площадь, занимаемая оборудованием, м^2
Плавильное	электродуговая печь переменного тока ДСП-3 ($\varnothing 8900 \times 5600$)	49,84	5	249,2
Формовочное	формовочная линия Л653С (140000×34000)	4 760	3	14280
Стержневое	автоматизированная стержневая линия Л250Х ($17790 \times 13200 \times 3260$)	234,8	1	234,8
Смесеприготовительное	смеситель S1420D ($\varnothing 2000 \times 3000$)	3,14	2	6,28
Очистки, выбивки и термообработки	Дробеметный барабан 42203 ($2600 \times 2100 \times 4200$)	5,46	1	205,62
	Дробеметный барабан 42236 ($6000 \times 7000 \times 6000$)	42	1	
	Абразивный механизированный комплекс 9912М ($8200 \times 4600 \times 2750$)	37,72	3	
	Термическая печь Термогаз ДО-24.30.10/1150 ($3000 \times 7500 \times 2500$)	22,5	2	
ИТОГО				14975,9

Окончательно получаем:

$$S_{\text{произ.}} = 19470 \text{ м}^2$$

Площадь вспомогательных отделений представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Площадь вспомогательных отделений

Отделение	Площадь, м ²
Склад шихтовых и формовочных материалов	30
Лаборатория формовочных материалов и смесей	60
Лаборатория металлографии и металлографических испытаний	30
Цеховая кладовая	75
Кладовая инструментально-обрубного участка	50
Цеховая кладовая механика и энергетика	70
ИТОГО	315

$$S_{\text{общ.цех}} = 19470 + 315 = 19785 \text{ м}^2$$

Определим площади служебно-бытовых помещений.

Площадь служебно-бытовых помещений цеха определяется по удельной площади на одного работающего.

Расчет производится по смене с наибольшим количеством работающих.

Таблица 32 – Площадь служебно-бытовых помещений

№	Помещения	Удельная площадь на одного работающего	Общая площадь, м ²
1	Санитарно-гигиенические	3,16	670
2	Общественного питания	0,61	130
3	Медицинские	0,13	28
4	Культурно-массовые	0,3	64
5	Служебные	0,7	148
6	Общественные организации	0,04	9
ИТОГО		4,94	1049

Изм.

Лист

№ Документа

Подпись

Дата

ДП 44.03.04.714 ПЗ

Лист

83

3.6 Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Прежде всего, определяем балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя затраты [8]:

- на возведение зданий и сооружений;
- на приобретение, доставку и монтаж оборудования;
- на приобретение технологической оснастки;
- на приобретение инструмента и инвентаря.

Стоимость здания литейного цеха принимаем 3000 рублей за 1 м³, стоимость бытовых помещений – 3500 рублей за 1 м³. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд}, \text{ руб.}, \quad (40)$$

где $V_{зд}$ - объем здания, м³ (197 850 м³);

$c_{зд}$ - удельная цена здания, руб/м³

$$C_{зд} = 197850 \cdot 3000 = 593\,550\,000 \text{ руб.} = 593,55 \text{ млн. руб.}$$

$$C_{бп} = V_{бп} \cdot c_{бп} \text{ руб.}, \quad (41)$$

где $V_{бп}$ - объем бытовых помещений, м³ (3 147 м³);

$c_{бп}$ - удельная цена бытовых помещений, руб/м³

$$C_{бп} = 3147 \cdot 3500 = 11\,014\,500 \text{ руб.} = 11,02 \text{ млн. руб.}$$

Наименование	Объем, м ³	Марка (модель) оборудования	Кол- во, шт	Стоимость ед. оборудования			Общая стои- мость, тыс.руб .	Амортиза- ционные отчисления		
				цена, тыс. руб.	монтаж			всего, тыс. руб.	нор- ма, %	сумма , тыс. руб.
					%	тыс. руб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Здания и сооружения	197850			3				593550	2	11871
Бытовые помещения	3147			3,5				11014,5	2	220,3
ИТОГО	200997							604564,5		12091,3
				ДП 44.03.04.714 ПЗ						Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	85					

Окончание таблицы 33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Основное оборудование										
1. Индукционная печь		ДСП-3	5	500	10	50	550	2750	7	192,5
2. Автоматическая формовочная линия		Л653С	3	2300	10	230	2530	7590	9	383,1
3. Автоматическая стержневая линия		Л250Х	1	1500	10	150	1650	1650	9	148,5
4. Вихревой смеситель		S1420D	2	430	10	43	473	946	9	85,1
5. Дробемет-ный барабан		42203	1	250	10	25	275	275	9	24,8
6. Дробемет-ный барабан		4436	1	270	10	27	297	297	9	26,7
7. Термическая печь		ДО 24.30,10	2	1500	10	150	1650	3300	9	297
8. Комплекс для абразивной заливки отливок		99912М	3	370	10	37	407	1221	9	109,9
10. Рубильные молотки			5	20	10	2	22	110	9	9,9
11. Выбивная решетка		426	2	20	10	2	22	44	9	4
ИТОГО			25	7166,5		716	7376	18183		13372,8
Кран консольный			1	1000	60	600	1600	1600	10	160
ИТОГО			1	1000		600	1600	1600		160
Инструмент и оснастка								4200	50	2100
Хозяйственный инвентарь								424	10	42,4
ИТОГО								4624		242,4
ИТОГО								628971,5		27766,5

3.7 Определение затрат и планирование себестоимости

В себестоимость продукции включаются следующие группы затрат [8]:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов;

					ДП 44.03.04.714 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						86

- прочие расходы.

Выделяют следующие категории затрат:

1) По роли в системе управления:

- производственные;
- непроизводственные.

2) По их динамике, соответствующей функциональным изменениям:

- переменные;
- постоянные.

Производственные затраты подразделяются на 4 категории [8]:

1) Прямые затраты на материалы, которые входят в состав конечного продукта, т.е. на шихтовые материалы;

Оплата прямого труда, т.е. зарплата основных рабочих (расходы на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды);

2) Затраты на амортизацию, ремонт и обслуживание оборудования, технологическую энергию и топливо;

3) Накладные цеховые и заводские расходы.

Основная себестоимость продукции образуется из стоимости первых трех групп затрат.

Непроизводственные (общефирменные) затраты подразделяются на торговые, общие и административные. Они связаны с затратами на продажу продукции и поставку сырья, оплату заводской администрации, судебные издержки т.п.

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Переменные затраты (VC) изменяются в целом и прямо пропорционально выпуску продукции (выпуску литья в тоннах). К ним относятся следующие затраты:

- на основные и вспомогательные материалы;
- на оплату труда (полные затраты на оплату труда основных рабочих);

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		87

- на технологическую энергию (топливо);
- на социальные нужды;
- на инструмент.

Постоянные затраты не зависят от объема производства (выпуска продукции). К ним относятся следующие затраты:

- на оплату труда вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала;
- амортизацию зданий, сооружений, оборудования и оснастки;
- ремонт оборудования и оснастки.

Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования приведены в таблице 34. Цеховые расходы приведены в таблице 35. Калькуляция себестоимости 1 тонны отливок приведена в таблице 36 .

Таблица 34– Смета расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	181,83	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	909,15	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	105	5 руб на 1 тонну годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	315	15 руб на 1 тонну годного литья
Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Прочие расходы	151,10	10 % от общей суммы расходов
Итого:	1662,08	

Таблица 35 – Смета цеховых расходов

Статья затрат	Цена 1 т литья		Сумма на всю программу, тыс.руб.
	Количество	Сумма, тыс.руб.	
1	2	3	4
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	6,3	6,3	132504,22
2. Отчисления на социальные нужды		2,52	52938,98
3. Амортизация здания и инвентаря		1,32	27776,5
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной заработной платы)		0,26	5389,63

производственных рабочих)			
---------------------------	--	--	--

Окончание таблицы 35

1	2	3	4
5.Расходы на охрану труда (10% от основной зарплаты производственных рабочих)		0,31	6736,79
6. Стоимость вспомогательных материалов		7,65	160654,60
Итого		18,36	386000,72
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)		0,10	1773,3
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)		2,77	58166,1
Итого цеховых расходов		21,23	445940,12

Таблица 36 - Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок

Статья затрат	Ед.изме- рения	На 1 т литья			На программу	
		Кол-во	Цена, руб.	Сумма, тыс.руб.	Кол-во	Сумма тыс.руб.
1. Сырье и основные материалы						
стальной лом	т	1,37	4800	6,6	28770	138600
стружка в брикетах	т	0,02	6500	0,13	420	136500
чугун перекладный	т	0,01	5000	0,05	210	1050
ИТОГО		1,4		6,78	29400	276150
2. Возвраты производства						
угар и безвозвратные потери	т	0,1			1470	
Итого за вычетом угара и возврата	т	1,0		6,78	3150	276150
3. Оплата труда основных рабочих	тыс.руб.			3,86		81178,36
4. Отчисления на социальные нужды	тыс.руб.			0,96		20210,37
5. Технологическая электроэнергия	кВт*ч	1120	4,8	5,38	2352000	112980
6. Энергия на технологические нужды						
вода	м ³	10	7,21	0,07	210 000	1470
воздух	м ³	96	6	0,58	2016000	12180
7. Расходы на подготовку и освоение производства				7,85		164850
8. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				0,08		1662,08
9. Отчисления на амортизацию				1,32		27766,5
10. Основная себестоимость				29,95		628971,5
11. Цеховые расходы				21,23		445940,12
12. Цеховая себестоимость				51,18		1074780
13. Общезаводские расходы				3,16		66272,35
14. Производственная себестоимость				87,60		1839631,28
15. Непроизводственные расходы				2,63		55188,94

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.714 ПЗ		Лист
							89

16. Полная себестоимость				90,23		1894819,68
--------------------------	--	--	--	-------	--	------------

3.8 Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8, \quad (42)$$

где FC_1 – отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений;
 FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;
 FC_3 – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;
 FC_4 – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;
 FC_5 – расходы на охрану труда;
 FC_6 – прочие цеховые расходы;
 FC_7 – общезаводские расходы;
 FC_8 – непроизводственные расходы.

Значения затрат берутся из соответствующих статей калькуляции себестоимости и сметы цеховых расходов.

$$FC = 27766,5 + 1662,08 + 165232,83 + 5389,63 + 2718,97 + 445940,12 + 66272,35 + 55188,94 = 770171,42 \text{ тыс.р.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны:

$$AFC = FC/M, \quad (43)$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

где M – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = 770171,42 / 21000 = 36,67 \text{ тыс.р./т.}$$

Далее производим расчёт переменных затрат по формуле:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6, \quad (44)$$

где VC_1 – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;

VC_2 – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;

VC_3 – затраты на технологическую энергию;

VC_4 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_5 – затраты на вспомогательные материалы;

VC_6 – транспортный налог.

Данные для расчёта переменных расходов берутся из соответствующих статей таблицы 36.

$$VC = 276150 + 101388,73 + 112980 + 13750 + 160654,60 + 1773,3 = 654316,63 \text{ тыс.р}$$

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны:

$$AVC = VC/M, \quad (45)$$

$$AVC = 654316,63 / 21000 = 31,16 \text{ тыс.р./т.}$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Общие годовые затраты равны:

$TC = FC + VC$, то есть:

$TC = 770171,42 + 654316,63 = 1424488,05$ тыс. р.

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного
литья:

$ATC = AFC + AVC$

$ATC = 36,67 + 31,16 = 67,83$ тыс. р./т.

3.9 Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы
ценообразования:

- обеспечение безубыточности и получение прибыли;
- установление цены, исходя из ценности товара;
- ориентацию на издержки производства.

Рассчитаем цену по формуле:

$$P = 1,9 \cdot S, \quad (46)$$

где S – себестоимость тонны годного литья, тыс. р.;

$$P = 1,9 \cdot 90,23 = 171,44 \text{ тыс. р.}$$

Примем цену на тонну годного литья из сплава 35Л, равную 150000 р.

Доход от продаж определим по формуле:

$$Д = P \cdot Q, \quad (47)$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

где D – доход от продаж, тыс. р.;

P – цена продукции, р.;

Q – объем производства, т.

$$D = 150 \cdot 21000 = 3150000 \text{ тыс. р.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta\Pi = D - \text{В.З.}, \quad (48)$$

где В.З. – валовые затраты = полной себестоимости, тыс.р.

$$\Delta\Pi = 3150000 - 1894819,68 = 1255180,32 \text{ тыс.р.}$$

3.10 Расчет коммерческой эффективности проекта

Примем расчетный срок реализации проекта – 3 года, т.е. 12 кварталов.

Сооружение цеха проходит в несколько этапов. Строительство здания – три первых квартала. В первом квартале расходуется 30 % капитальных затрат на строительство здания, во втором – 30 % и в третьем квартале – 40 %. Приобретение и монтаж оборудования, подъемно-транспортных средств, приобретение оснастки, хозяйственного инвентаря и прочих средств осуществляется в 3, 4 и 5 кварталах. В третьем квартале расходуется 20 % средств, в четвертом квартале – 60 % и в пятом квартале – 20 %.

Выпуск литья начинается в четвертом квартале, принятую мощность $M_{\text{пр.кв}}$ (выпуск литья $M_{\text{пр.г}} = 21000$ т, $M_{\text{пр.кв}} = M_{\text{пр.г}} / 4 = 21000 / 4 = 5250$ т)

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

начинают достигать с шестого квартала. В четвертом квартале выпуск литья будет составлять:

$$M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,5 = 5250 \cdot 0,5 = 2625 \text{ т};$$

$$\text{в пятом квартале} - M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,75 = 5250 \cdot 0,75 = 3937,5 \text{ т};$$

$$\text{в шестом и последующих кварталах} - M_{\text{пр.кв}} = 5250 \text{ т}.$$

Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание в третьем квартале необходимых запасов основных и вспомогательных материалов.

3.11 Техничко – экономические показатели проекта

Таблица 37 – Техничко – экономические показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Величина показателей
1. Годовой выпуск продукции	т.	21000
2. Выход годного	%	75
3. Численность работающих, всего	чел.	212
в том числе: основных	чел.	92
вспомогательных	чел.	84
ИТР	чел.	21
служащих	чел.	7
МОП	чел.	8
4. Фонд основной заработной платы	тыс.руб.	81178,36
5. Капитальные вложения	тыс.руб.	628971,5
6. Себестоимость	тыс.руб.	1894819,68
7. Прибыль	тыс.руб.	1255180,32

В данной части дипломного проекта были проведены расчеты эффективности проекта. Было рассчитано количество рабочих, фонды заработной платы, затраты на строительство здания и приобретение оборудования. Мы рассчитали полную себестоимость продукции, как на годовую программу, так и на одну тонну отливок.

Проанализировав расчеты, мы можем сделать вывод, что разрабатываемое производство является прибыльным.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА

4.1 Выбор транспортных средств

Транспортное оборудование обеспечивает организационную связь отдельных операций внутри участка, а также взаимодействие между участками.

К транспортным средствам относятся: автоматические и полуавтоматические формовочные линии, пластинчатые и ленточные конвейеры для транспортировки отливок и сыпучих формовочных материалов и смесей, мостовые краны, консольные краны и балки, рольганги, подвесные конвейеры для перемещения стержней и монорельсы для перемещения заливочных ковшей, напольный транспорт (тележки, электрокары и т.п.), автотранспорт.

Выбор транспортных средств определяется их назначением, производительностью, необходимостью бесперебойной работы отдельных участков и цехов в целом, техникой безопасности, стоимостью транспортных средств.

Анализируя номенклатуру выпускаемых изделий в цехе, объем выпускаемой продукции, габаритные размеры деталей и их массу, считаем рациональным использование подвесных кранов грузоподъемностью 5 тонн. Количество кранов в пролете определяют исходя из соотношения 1 кран на 50 метров длины пролета.

А также мостовых кранов грузоподъемностью 10 тонн. Количество кранов в пролете определяют исходя из соотношения 1 кран на 50-60 метров длины пролета.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		95

Для обслуживания станков, рабочих мест, цеховых и складских помещений, перевозки грузов между цехами и складами выбираем электрокары грузоподъемностью 3 тонны. Они просты в управлении и бесшумны.

Электрокары легко маневрируют в цехах, не требуют широких проездов и больших радиусов закругления. Скорость движения электрокаров 6-15 км/ч.

4.2 Проектирование компоновки цеха

Площади с оборудованием и вспомогательными подразделениями расположим в 20 пролетов по 121 метра шириной. Сетка колонн 12х6.

Служебно – бытовые помещения расположим на территории здания цеха в три этажа в сетке колонн 12х3.

Высота пролета:

$$H=K+Z+E+F+C+A+M, \quad (49)$$

где К – высота оборудования, не менее 2,3 м (в нашем случае наибольшая высота 6 м);

Z – безопасное расстояние между грузом и оборудованием, не менее 0,4 м;

E – высота наибольшего по размеру изделия в положении транспортирования; в нашем случае -1 м;

F – расстояние от верхней кромки наибольшего транспортируемого изделия до конца крюка крана в верхнем его положении, необходимое для захвата изделия цепью или канатом и зависящее от размеров изделия; принимается не менее 1м;

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

С – расстояние от предельного верхнего положения крюка до горизонтальной линии, проходящей через вершину головки рельса; величина этого расстояния колеблется в пределах от 0,5 до 1,6 м в зависимости от грузоподъемности и конструкции крана;

А – высота мостового крана;

М – расстояние от верхней точки крана до перекрытия, не менее 0,1 м;

$$H = 6000 + 500 + 1000 + 1000 + 600 + 1500 = 96000 \text{ мм}$$

4.3 Проектирование электроснабжения цеха

Для определения годового расхода электроэнергии на освещение W при укрупненных расчетах принимают 15 Вт в час на 1 м² площади пола цехов, включая служебные и бытовые помещения.

Таким образом:

$$W_{\text{осв}} = 0,015 \cdot (19785 + 1049) = 312,51 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Определим активную мощность электроприемников (P_a):

P_a определяется по суммарной установленной мощности $P_{\text{уст}}$ и коэффициенту K_c , учитывающему недогрузку по мощности и неодновременность работы электроприемников, потери в сети электродвигателях.

Для литейных цехов K_c принимают равным 0,65-0,75.

Установленная мощность по ведомости $P_{\text{уст}} = 1120 \text{ кВт}$

$$P_a = P_{\text{уст}} \cdot K_c = 1120 \cdot 0,75 = 840 \text{ кВт}$$

Определим годовой расход электроэнергии:

$$W_{\text{год}} = P_a \cdot \Phi_d + W_{\text{осв}} \cdot \Phi_d = 840 \cdot 4015 + 312,51 \cdot 4015 = 4627328 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

где Φ_d – действительный годовой фонд времени (при двухсменном режиме работы цеха), час.

5 ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Безопасность труда в литейном производстве

В литейных цехах возможно воздействие на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов: движущихся машин и механизмов; незащищенных подвижных элементов оборудования и находящихся в движении изделий; повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны; повышенной температуры заливаемого металла, отливок и оборудования; повышенной температуры воздуха рабочей зоны; повышенной подвижности воздуха; повышенного уровня шума и вибрации; напряжения силовой электрической сети; повышенного уровня статического электричества и напряженности электрического поля; повышенной влажности; недостаточной освещенности; токсичности используемых материалов.

Большое значение в создании здоровых и безопасных условий труда имеет стандартизация. В нашей стране создана Система стандартов по безопасности труда (ССБТ). Она устанавливает общие требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов, требования безопасности к производственному оборудованию и процессам, требования к средствам защиты работающих, методы оценки безопасности труда. Так, воздух рабочей зоны и микроклимат в производственных помещениях должны отвечать требованиям ГОСТ 12.1.005—88. Уровень шума на рабочих местах регламентируется ГОСТ 12.1.003—83. Используемое в цехах литейное оборудование должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.046—80. Приспособления,

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		98

предназначенные для обеспечения удобства работы и безопасности работающих, должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.027—31; сигнально-предупреждающая окраска оборудования, сооружений и зданий и знаки безопасности — ГОСТ 12.4.026—76; все работы в цехах должны производиться

в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004—85 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», а разгрузочно-погрузочные работы — с соблюдением ГОСТ 12.2.009—76.

Технологические процессы и операции, связанные с применением токсичных, раздражающих и легковоспламеняющихся веществ, должны производиться в отдельных помещениях или на специальных изолированных участках общих производственных помещений, оборудованных соответствующими вентиляционными устройствами. Содержание в воздухе рабочих помещений вредных паров, газов и пыли, пожаровзрывоопасных веществ и условия микроклимата должны систематически контролироваться. При работе в литейных цехах должны применяться средства индивидуальной защиты, соответствующие ГОСТ 12.4.011—87. Рабочие при получении спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты должны быть проинструктированы о порядке пользования этими средствами и ознакомлены с требованиями по уходу за ними осуществляется также система социально-экономических мер, направленных на улучшение условий труда женщин.

Законодательством об охране труда предусматриваются определенные льготы по профессиям.

Так, в литейном цехе плавильщики, заливщики, выбивщики, обрубщики имеют 12 дополнительных дней отпуска и право ухода на пенсию с 50 лет. Формовщики и стерженщики — 6 дней к отпуску и право на пенсию с 55 лет, такие же льготы имеет обслуживающий персонал (слесари, электрики и др.) горячих участков (плавка, заливка, выбивка).

Ходить в цехе следует только по предусмотренным проходам. Запрещается ходить по сложенному материалу, отливкам, а также переходить в неустановленных местах через рольганги, транспортеры, конвейеры.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

5.2 Вредные производственные факторы

На людей, работающих в цехе, постоянно воздействует целый ряд вредных и опасных факторов.

К этим факторам относятся:

1. опасность поражения электрическим током;
2. пожарная опасность;
3. шум от производственного и вспомогательного оборудования;
4. вибрации;
5. запылённость и загазованность;
6. опасность механического травмирования;
7. недостаточное освещение рабочего места;
8. опасность отравления вредными, а иногда и опасными для здоровья

и жизни, выбросами, испарениями из зоны резания.

Производство отливок сопровождается шумом, вибрацией, выделением теплоты и вредных газов, запылённостью, также есть опасность поражения электрическим током, опасность возгорания и опасность получения травмы.

Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе и соблюдением установленных нормативов по другим вредным факторам осуществляет заводская санитарно-промышленная лаборатория, отдел по охране труда и органы СЭС.

5.3 Эргономические требования

Эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим,

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		100

психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда.

Рассмотрим эргономические показатели которые отражают статические и динамические нагрузки. Статические показатели определяют средние размеры рабочих органов и частей тела (рост, длину рук и ног, размах рук и т.п.) и предназначаются для проектирования оборудования, планировки и организации рабочих мест. Динамические показатели устанавливают степень подвижности рабочих органов человека (досягаемость рук, углы наклона корпуса, вращения рук и т.п.) и используются для проектирования органов управления оборудованием и размещения предметов труда на рабочих местах.

Стандарт системы СЧМ ГОСТ 22269-76, регламентирует требования к взаимному расположению пульта управления, средств отображения информации, органов управления, рабочего сидения, вспомогательного и основного оборудования, организационно-технических средств.

Соблюдение этих указанных требований обеспечивает рабочую позу человека, необходимое пространство для его размещения, возможность обзора рабочего места и производства за его пределами, возможность размещения документации и (при необходимости) ведения записей.

Размеры рабочего места (помещения) и размещение его элементов должны обеспечивать выполнение рабочих операций в удобных рабочих позах и не затруднять движений работающего. Площадь на одно рабочее место – не менее 6 м^2 , объем – 20 м^3 . Рабочее место при выполнении работ в положении стоя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.033 – 78.

5.4 Электробезопасность

Все случаи травмирования человека электрическим током обычно делят на две основные группы: поражения внутреннего характера («электрические

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		101

удары») и внешние местные травмы («электрические ожоги», металлизация кожи и др.).

Наибольшую опасность для жизни и здоровья человека представляют внутренние поражения.

Степень опасности и исход поражения электрическим током зависит от многих факторов: силы тока, проходящего через человека пути тока, его частоты, сопротивления человека в данный момент, продолжительности действия тока.

Принято считать безопасным для человека ток силой до 0,02А, а проходящий через человека ток 0,1 А и выше является смертельным.

По степени опасности поражения током механические цеха относят к помещениям с повышенной опасностью (температура до 30С°, влажность воздуха около 70%). Для защиты от поражения током обязательно предусматривают: защитное заземление оборудования, изоляция и ограждение токоведущих частей, размещение токоведущих частей на недоступной высоте, защитное отключение оборудования – специальное устройство автоматически отключающее электрическую установку в случае какого-либо ее повреждения, применение малого напряжения для питания.

Все металлические части оборудования, а также отдельно стоящие электрические устройства, которые могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции и замыкания на корпус, должны быть заземлены.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т.е. при «замыкании на корпус».

Принцип действия защитного заземления - снижение опасного значения напряжений прикосновения и шага, обусловленных «замыканием на корпус».

Это достигается уменьшением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциала за счет подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по величине к потенциалу заземленного оборудования.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Область применения защитного заземления – трехфазные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В с любым режимом нейтрали.

Различают заземления искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления и естественные – находящиеся в земле металлические предметы другого назначения.

Мероприятия по электробезопасности разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.155 – 85.

Основные меры защиты от поражения током: изоляция, недоступность токоведущих частей, электрическое разделение сети с помощью специальных разделяющих трансформаторов, использование двойной изоляции (рабочей и дополнительной), выравнивание потенциала, защитное заземление и зануление, применение защитного отключения и специальных электрозащитных средств, организация безопасной эксплуатации электроустановок, а также соблюдение правил техники безопасности при ведении работ с электроприборами.

Цех относится к категории помещений с высокой электроопасностью.

Необходимо принять следующие мероприятия по защите от поражения током:

- наличие контурной системы заземления применяемого оборудования; контур, соединяющий нулевой провод, имеет сопротивление 4 Ом, что соответствует ГОСТ 12.1.030 - 96.

- наличие специальных изолирующих помостов на рабочих местах;

- наличие распределительных щитов и автоматов защиты от выхода из строя всей электрической цепи в случае аварии;

- ограничение доступа к токоведущим частям;

- блокировка, срабатывающая при открывании электрощита, внутренние элементы которого находятся под напряжением;

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

–выделение опасных мест знаками, привлекающими внимание.

По степени поражения электрическим током, помещение механического цеха относится к помещениям с особой опасностью поражения электрическим током.

Все производственное оборудование работает от сети переменного тока напряжением 380В, частотой 50 Гц.

Для предупреждения поражения током и обеспечения безопасности проектом предусмотрены следующие средства защиты:

1. Защитное заземление. Контур защитного заземления имеет сопротивление не превышающие 4 Ом, что соответствует ГОСТ 12.1.030–81. Кроме того, каждый станок заземлен к силовым пультам (СП), а каждый СП – к контуру заземления здания;
2. Зануление;
3. Изоляция токоведущих частей оборудования;
4. Ограждающие средства защиты – переносные ограждения для временного ограждения токоведущих частей (при ремонте);
5. Малое напряжение в цепях управления;
6. Разделение сетей.

5.5 Расчет защитного заземления

Напряжение электроустановки 8000/400 В;

Длина кабельной линии 8 км;

Грунт – песок большой влажности;

Заземляющее устройство прямоугольный контур 30×30 м;

Вертикальные стержни – труба Ø50 мм;

Длина вертикальных стержней 2600 мм;

Соединительная полоса – ширина 40×4 мм;

Сопротивление естественного заземлителя 5,1 Ом;

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						104
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Глубина заложения контура заземления 0,6 м;

1. Определяем расчетную силу тока замыкания подстанции:

$$I_{33} = \frac{U_L(35l_X + l_B)}{350} = \frac{8 \cdot (35 \cdot 8 + 40)}{350} = 7,31 \text{ А}$$

$U_L = 8 \text{ кВ}$ – линейное напряжение сети;

$l_X = 8 \text{ км}, l_B = 40 \text{ км}$ – длина кабельных и воздушных линий.

2. Определим сопротивление заземляющего устройства:

$$R_3 = \frac{125}{I_{33}} = \frac{125}{7,31} = 17,1 \text{ Ом} > 4 \text{ Ом}$$

125 В – максимальное значение напряжения относительно земли на корпусах оборудования.

В дальнейших расчетах используем $R_3 = 4 \text{ Ом}$.

3. Определяем расчетное удельное сопротивление грунта с учетом климатического коэффициента ψ :

$$\rho_p = \rho * \psi = 500 * 2,4 = 1200 \text{ Ом} * \text{м}$$

$\rho = 500 \text{ Ом} * \text{м}$ – удельное электрическое сопротивление грунта;

$$\psi = 2,4$$

4. Определяем сопротивление одиночного вертикального стержневого заземлителя, заглубленного ниже уровня земли на 0,6 м:

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

$$R_{\text{овс}} = \frac{\rho_p}{2\pi} \left(\ln \frac{2}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+1}{4H-1} \right) = \frac{1200}{2\pi} \left(\ln \frac{2}{0.05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4*0.6+1}{4*0.6-1} \right) = 790 \text{ Ом}$$

5. Определяем сопротивление заземляющего устройства, соединяющего одиночные вертикальные стержни:

$$R_{\text{пол}} = \frac{\rho_p}{2\pi L} \ln \frac{2L^2}{bH} = \frac{1200}{2\pi 120} \ln \frac{2*120^2}{0.04*0.6} = 22.3 \text{ Ом}$$

6. Принимаем расстояние между одиночными заземлителями равным 2,5м. Ориентировочное количество – 48 шт.

$\eta_{\text{ис}}=0,402$ – коэффициент использования вертикальных стержней

$\eta_{\text{ип}}=0,212$ – коэффициент использования соединительной полосы

7. Предварительно определяем количество заземлителей:

$$n_z = \frac{R_{\text{овс}}}{R_{\text{пол}}\eta_{\text{ис}}} = \frac{790}{22,3*0,402} = 492 \text{ шт}$$

8. Определяем сопротивление соединительной полосы с учетом коэффициента использования, Ом:

$$R_{\text{пол/ки}} = \frac{R_{\text{пол}}}{\eta_{\text{ип}}} = \frac{22,3}{0,212} = 105,2 \text{ Ом}$$

9. Определяем требуемое сопротивление заземлителей, Ом

$$R_{\text{овс/ки}} = \frac{R_{\text{пол/ки}}*R_z}{R_{\text{пол/ки}}-R_z} = \frac{105,2*4}{105,2-4} = 4,2 \text{ Ом}$$

10. Определяем уточненное количество заземлителей с учетом коэффициента использования заземлителей:

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		106

$$n_3 = \frac{R_{\text{овс}}}{R_{\text{пол/ки}} \eta_{\text{ис}}} = \frac{790}{4,2 * 0,402} = 468 \text{ шт}$$

5.6 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность на предприятии регламентируется строительными нормами и правилами; межотраслевыми правилами пожарной безопасности, а также инструкциями по обеспечению пожарной безопасности на отдельных объектах.

Пожарная защита и взрывозащита производственных объектов обеспечиваются: правильным выбором степени огнестойкости объекта и пределов огнестойкости отдельных элементов и конструкций; ограничением распространения огня в случае возникновения очага пожара; обвалкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства или размещением их в защитных кабинах; применением систем активного подавления взрыва; применением легкобрасываемых конструкций в зданиях и сооружениях; применением систем противодымной защиты; обеспечением безопасной эвакуации людей; применением средств пожарной сигнализации, освещения и пожаротушения; организацией пожарной охраны объекта.

В соответствии с НБП 105-03 здание цеха относится к категории Д – пожароопасное, так как на участке применяются СОЖ с температурой вспышки 158°C (>61°C) и твердые вещества (тара, ветошь и т.д.), способные гореть, но не взрываться при контакте с воздухом, водой и друг с другом. Степень огнестойкости здания – II по СНиП 21-01-97.

Возможные причины возникновения пожара:

1. Короткое замыкание электрической цепи;
2. Самовозгорание обтирочного материала;
3. Возгорание материалов вследствие неправильного хранения горючих веществ на рабочем месте.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		107

При планировке предприятий требуется обеспечить удобный подъезд пожарных автомобилей к зданиям. Применять при строительстве противопожарные преграды, противопожарные перекрытия, зоны, пожарные стены. Местные противопожарные преграды предназначены для ограничения распространения пламени в начальной стадии развития пожара.

При пожаре большую опасность представляют собой продукты горения (дым), содержащие отравляющие, а иногда и взрывоопасные вещества. Для их удаления создаются дымовые люки, которые обеспечивают направленное удаление дыма, не задымленность смежных помещений, облегчают обнаружение очага пожара.

Для того чтобы предотвратить воздействие на людей опасных факторов пожара, необходимо при проектировании зданий обеспечить людям возможность быстро покинуть здание. Эту возможность дают эвакуационные выходы. Требования к устройству путей эвакуации и эвакуационных выходов из производственных зданий и помещений определены в СНИП 11–2–80 и 11–90–81. Количество эвакуационных выходов принимается по расчету, но обычно должно быть не менее двух.

Возможные причины возникновения пожара:

1. Короткое замыкание электрической цепи.
2. Самовозгорание обтирочного материала (ветоши).
3. Возгорание материалов вследствие небрежного обращения с огнем (курение и т.п.) или курение в не отведенных для этого местах.
4. Возгорание материалов вследствие неправильного хранения горючих веществ на рабочем месте.
5. Возгорание электропроводок из-за применения нестандартных (не калиброванных) плавких вставок.

В качестве средств пожаротушения проектом предусмотрено:

1. Пожарные краны, укомплектованные рукавами и стволом – 6 шт.;

2. Пожарный щит, укомплектованный огнетушителем ОХП-10, ведром, багром, лопатой и ящиком с песком (2 шт.);
3. Ящики с песком, укомплектованные лопатой – 2 шт.;
4. Передвижной огнетушитель ОВП-100 – 2 шт.;
5. Углекислотный огнетушитель для тушения электрооборудования ОУ-5 – один на 400-800 кв.м по ГОСТ 12.4.009-85;
6. Установка автоматического пожаротушения (пенная).

Пожарный инвентарь размещен на видных местах, имеет свободный и удобный доступ и не служит препятствием при эвакуации людей при пожаре.

Для обеспечения своевременной эвакуации людей проектом предусмотрено:

- ⇒ Ширина центрального прохода – 4 м;
- ⇒ Ширина прохода между станками – 2 м;
- ⇒ Количество выходов – 6;
- ⇒ Ширина выходов – 3 м.
- ⇒ Максимальное удаление рабочих мест от выхода- 40 м.

Эти решения соответствуют установленным нормативам по СНиП 31-03-200.

5.7 Защита от шума

В цехе источниками шума являются двигатели станков, подвижные части оборудования, инструмент, вентиляция, подъемно-транспортные устройства, электрокары, а также шум, возникающий в процессе резания.

Допустимые шумовые характеристики рабочих мест регламентируются ГОСТ 12.1.003-83. Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест, является СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						109
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 устанавливают предельно-допустимые условия постоянного шума на рабочих местах, при которых шум, действуя на работающего в течение восьмичасового рабочего дня, не приносит вреда здоровью. Нормирование ведется в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000Гц

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96, уровни звука и эквивалентные уровни звука не должны превышать на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений – 80 дБА . Громкость ниже 80 дБ обычно не влияет на органы слуха; выше 80 дБ – очень шумная.

Для уменьшения шума проектом предусмотрено следующее:

1. Звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины;
2. Акустические экраны отгораживающие шумные механизмы от рабочего места или зоны обслуживания машины.

5.8 Защита от вибраций

Источниками вибрации являются находящиеся в работе станки и оборудование, возникающие при работе машин неуравновешенные вращающиеся массы, удары.

Вибрацию по способу передачи на человека подразделяют на локальную и общую.

Металлорежущие станки являются источниками локальной вибрации.

Допустимые значения параметров транспортной, транспортно-технологической и технологической вибрации приведены в СН 2.2.4./2.1.8-566-96. Регламентируется также продолжительность воздействия локальной и общей вибрации в зависимости от степени превышения ее параметров над нормативными значениями.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						110
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Допустимое время воздействие вибрации приведено в таблице 38.

Таблица 38 – Допустимое время воздействия вибрации (СН 2.2.4./2.1.8-566-96)

Вибрация	Длительность воздействия вибраций, мин., при превышении уровней вибрации над нормативными значениями, дБ				
	0	3	6	9	12
Локальная	320	160	80	40	40
Общая	480	120	60	30	15

Для снижения воздействия вибрации на рабочих местах в проектируемом варианте используем виброизоляцию оборудования, относительно его основания – амортизаторы, рессоры, резиновые прокладки и дистанционное управление, исключающее передачу вибрации на рабочие места. Проводим витаминпрофилактику (2 раза в год комплекс витаминов В,С, никотиновая кислота), спецпитание.

При обработке на станке общая вибрация мала, так как она гасится за счет его конструкции. Уровень локальной вибрации при работе на станке составляет 76 ДБ.

Допустимые значения вибрации для производственных помещений установлены в ГОСТ 12.1.012-90 и составляет 92 ДБ (общая) и 109 ДБ (локальная).

5.9 Защита от механического травмирования

Источниками механического травмирования являются движущиеся части оборудования, металлическая стружка, подъёмно-транспортное оборудование, электрокары, инструмент.

Для защиты от травм и повреждений в проекте предусмотрено:

1. Спецодежда, включающая берет и рукавицы;

2. Защитные экраны, ограждающие зону резания (на многоцелевых станках зона резания полностью изолирована);
3. Ограждения движущихся частей высотой 1400 мм по ГОСТ 12.2.062.-81;
4. Конечные выключатели, блокировки, тормозные устройства;
5. Своевременное удаление стружки (вывоз на электрокарах).

5.10 Освещение

Одним из наиболее важных факторов в оптимальной организации условий работы на машиностроительных предприятиях является правильно спроектированное и рационально выполненное освещение. Оно способствует повышению качества продукции и производительности труда, обеспечению безопасности, снижению утомления и травматизма на производстве, сохраняет высокую работоспособность труда.

Проектом предусмотрена совмещённая система освещения, характеризующаяся одновременным сочетанием естественного и искусственного освещения. Такое решение принято, так как только естественного освещения недостаточно для выполнения производственных операций, вследствие непостоянства его характеристик.

В данном помещении используются верхнее естественное освещение – через световые проёмы в фонарях.

Искусственное освещение является общим и служит для освещения всего помещения, оно функционирует постоянно. Искусственное освещение осуществляется газоразрядными лампами и лампами накаливания. Также применяется местное освещение при работах высокой точности.

Эвакуационное освещение предусмотрено вдоль основных проходов и на лестницах, освещённость 0,5 лк.

Аварийное освещение используется для оборудования, требующего постоянного обслуживания и принимается на уровне 10% от рабочего освещения.

Для производимых работ по СНиП 23-05-95 устанавливаем разряд зрительных работ III, подразряд «б», при среднем уровне контраста объекта с фоном. Освещённость E_H составляет 300 лк, КЕО = 3%.

Расчёт естественного освещения производится по СНиП II-4-79.

Расчёт площади световых проёмов при верхнем освещении производится по следующей формуле:

$$100 \cdot \frac{S_{\Phi}}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_z \cdot \eta_{\Phi}}{\tau_o \cdot r_2 \cdot K_{\Phi}} \quad (50)$$

где S_n – площадь пола помещения, м²;

e_n – нормированное значение КЕО;

K_z – коэффициент запаса;

η_{Φ} – световая характеристика фонаря;

r_2 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО за счёт отражения света от соседних поверхностей;

K_{Φ} – коэффициент, учитывающий тип фонаря;

τ_o – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле:

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 \quad (51)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала;

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплётах светопроёма;

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях;

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах;

τ_5 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимается равным 0,9.

$$\tau_o = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,58$$

Подставим числовые значения в формулу:

$$100 \cdot \frac{S_{\phi}}{5832} = \frac{3 \cdot 1,3 \cdot 4,4}{0,58 \cdot 1,05 \cdot 1,2}$$

$$S_{\phi} = \frac{23,48 \cdot 5832}{100} = 1369,42 \text{ м}^2$$

Принимаем $S_{\phi} = 1370 \text{ м}^2$

5.11 Отопление и вентиляция

Значительная роль в поддержании требуемых санитарно – гигиенических условий воздушной среды в рабочих помещениях отводится вентиляции и отоплению.

Комплексная система вентиляции включает в себя естественную и принудительную. Естественная осуществляется через окна (фрамуги) в крыше цеха. Естественный воздухообмен в цехе осуществляется за счет силы ветра и разности температур воздуха снаружи и внутри. Средняя скорость ветра для Уральского региона, $V_{\text{ветра}} = 2,8 \text{ м/мин}$, согласно СНиП 2.04.05 – 91*.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						114
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Принудительная вентиляция осуществляется посредством вытяжных и приточных установок, кондиционирования воздуха.

Проектом предусмотрено использование радиаторов отопления с теплоносителем – водой, температура которой составляет 50-70°C. Вода нагревается собственной котельной.

Проектом предусмотрена организация естественной *вентиляции* за счёт аэрации, также предусмотрена обще-обменная механическая приточно-вытяжная вентиляция, которая осуществляется путем использования приточных и вытяжных установок, в состав которых входят:

- ⇒ Воздухозаборники;
- ⇒ Центробежные вентиляторы;
- ⇒ Фильтры для очистки выбрасываемого воздуха;
- ⇒ Калориферы;
- ⇒ Воздуховоды;
- ⇒ Устройства выброса воздуха.

Система вентиляции цеха обеспечивает параметры микроклимата, соответствующие нормам по ГОСТ 12.1.005-88.

Расчет вентиляции.

Расчёт количества воздуха для вентиляции помещения.

Кратность воздухообмена К.

$$K = L / V , \quad (52)$$

где $L = G / (x_2 - x_1)$ – воздухообмен, м³/ч

где $G = 30$ л/ч – количество углекислоты, выделяющееся в помещении;

$x_1 = 0,6$ л/м³ – концентрация CO₂ в наружном воздухе;

$x_2 = 1$ л/м³ – допустимая концентрация CO₂ в воздухе помещения.

$$L = 30 / (1 - 0,6) = 75 \text{ м}^3/\text{ч}$$

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						115
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

$$K = 75 / 3120 = 0,024$$

Объём воздуха, удаляемого вытяжными шкафами при отсутствии тепловыделений внутри шкафа:

$$L_{\text{Ш}} = 3600 \cdot V_{\text{Ш}} \cdot F_{\text{Н}} , \quad (53)$$

где $L_{\text{Ш}}$ – обмен воздуха, удаляемого вытяжными шкафами;

$V_{\text{Ш}} = 0,8$ м/с – скорость воздуха в открытом проеме шкафа;

$F_{\text{Н}} = 1$ м² – площадь открытого проёма.

$$L_{\text{Ш}} = 3600 \cdot 0,8 \cdot 1 = 2880 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

6 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

Технологические процессы изготовления отливок характеризуются большим числом операций, при выполнении которых выделяются пыль, аэрозоли и газы. Пыль, основной составляющей которой в литейных цехах является кремнезём, образуется при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, плавке литейных сплавов в различных плавильных агрегатах, выпуске жидкого металла из печи, внепечной обработке его и заливке в формы, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья, при подготовке и транспортировке исходных сыпучих материалов.

В воздушной среде литейных цехов, кроме пыли, в больших количествах находятся оксиды углерода, углекислый и сернистый газы, азот и его окислы, водород, аэрозоли, насыщенные оксидами железа и марганца, пары углеводородов и др. Источниками загрязнений являются плавильные агрегаты, печи термической обработки, сушилка для форм, стержней и ковшей и т.п.

При производстве 1 т отливок из стали выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3 куб.м сточных вод и вывозится в отвалы до 6 т отработанных формовочных смесей.

Интенсивные и опасные выделения образуются в процессе плавки металла. Выброс загрязняющих веществ, химический состав пыли и отходящих газов при этом различен и зависит от состава металлозавалки и степени ее загрязнения, а также от состояния футеровки печи, технологии плавки, выбора энергоносителей. Особо вредные выбросы при плавке сплавов цветных металлов (пары цинка, кадмия, свинца, бериллия, хлор и хлориды, водорастворимые фториды).

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						117
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Применение органических связующих при изготовлении стержней и форм приводит к значительному выделению токсичных газов в процессе сушки и особенно при заливке металла. В зависимости от класса связующего в атмосферу цеха могут выделяться такие вредные вещества как аммиак, ацетон, акролеин, фенол, формальдегид, фурфурол и т. д. При изготовлении форм и стержней с тепловой сушкой и в нагреваемой оснастке загрязнение воздушной среды токсичными компонентами возможно на всех стадиях технологического процесса: при изготовлении смесей, отверждении стержней и форм и охлаждении стержней после извлечения из оснастки.

6.1 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

Проектируемый цех ориентирован на изготовления отливок из чугуна для машиностроения с годовым выпуском 21000 тонн. Плавка металла осуществляется в электродуговых печах, работающих на электричестве.

Вредные вещества могут проникать в организм человека через органы дыхания, органы пищеварения, а также кожу и слизистые оболочки.

Через дыхательные пути попадают пары, газо- и пылеобразные вещества, через кожу - преимущественно жидкие вещества.

В желудочно-кишечный тракт вредные вещества попадают при заглатывании их, или при внесении в рот загрязненными руками.

Производственная пыль достаточно распространенный опасный и вредный производственный фактор.

Пыль может оказывать на человека фиброгенное воздействие, при котором в легких происходит разрастание соединительных тканей, которое нарушает нормальное строение и функцию органа.

Вредность производственной пыли обусловлена ее способностью вызывать профессиональные заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы.



Рисунок 23 - Схема потребления ресурсов и образования отходов в технологическом процессе изготовления отливки «Блок».

Анализ технологического процесса свидетельствует о его незамкнутом характере, т.к. существуют связи с внешней средой при использовании исходного сырья, энергии, выходе готовой продукции и получении различных видов отходов.

6.2 Пути экологизации производства

Методом экологизации производства является снижение уровня токсичных веществ в помещении цеха путем их отсоса и фильтрации.

В настоящее время для снижения запыленности помещения в цехе используется приточная и вытяжная вентиляция, она осуществляется механически, путем использования вентиляционных установок.

Для уменьшения шума от работающего технологического оборудования предлагаются специальные средства защиты: звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины; акустические экраны, ограждающие шумные механизмы от рабочего места или зоны обслуживания машины; одним из путей снижения шума является рациональное построение техпроцесса, правильный выбор инструмента и режимов обработки.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						120
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был разработан цех стального литья из стали 35Л производительностью 21 тыс. тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов, а также расчет шихты.

По результатам проведенных вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат.

Современное оборудование и технологии позволили увеличить производительность, повысить качество, снизить затраты на ремонт, улучшить условие труда и сократить срок окупаемости.

Кроме того была посчитана экономическая эффективность проекта, а именно проведены следующие расчеты: расчет численности рабочих, расчет заработной платы, отчислений на социальные нужды, основных производственных фондов (здания, сооружения, технологическое оборудование, транспортное оборудование). Произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годных отливок и технико-экономических показателей. Исходя изданных вычислений, можно сказать, что проектируемый литейный цех экономически эффективен.

Также были рассмотрены вопросы экологии, безопасности труда. В результате снижения расхода основных материалов, минимизирования выбросов вредных веществ получилось обезопасить окружающий мир от вредных факторов и сделать данный проект экологичным.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						121
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон Российской Федерации «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования» от 24.07.2009 № N 212-ФЗ // Российская газета. 31.12.2013 г.г. № №6272. Ст. 296
2. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - М.: Изд-во стандартов, 1978. -3 с.
3. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. - 7 с.
4. ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 36 с.
5. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих - М.: Изд-во стандартов, 1996. -7 с.
6. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. - М.: Стандартиформ, 2006.- 68 с.
7. ГОСТ 12.1.019-96. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. – 7 с.
8. ГОСТ 12.4.002-97. Средства защиты рук от вибрации – М.: Изд-во стандартов, 2003.- 15.
9. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.- М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. -201 с.
10. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. - 11 с.
11. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. - 1997. - 20 с.

					ДП 44.03.04.714 ПЗ	Лист
						122
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

12. Батышев А.И., Тен Э.Б., Батышев К.А., Белов В.Д. Производство отливок из стали и чугуна [Текст]: учеб. пособие /под ред. А.И. Батышева. – М.: Изд-во МГОУ, 2012. - 255 с.

13. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия [Текст]. М.: Металлургия, 1985. - 480 с.

14. Миляев В.М., Гофман Э.В. Проектирование литейных цехов [Текст]: Учебное пособие. - Екатеринбург: Урал.гос.проф.-пед.ун-та, 1994. - 52 с.

15. Производство чугунных отливок [Текст] : учебник для вузов / В. Д. Белов, К. Н. Вдовин, В.М. Колокольцев [и др.] ; под. ред. В. М. Колокольцева и Ри Хосена. – Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. - 495 с.

16. Сафронов В.Е. Справочник по литейному оборудованию [Текст]. - М.: Машиностроение, 1985. - 320 с.

17. Филиппенков А.А., Миляев В.М. Стальные отливки [Текст] – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 266 с.

18. Чуркин. Б.С. Экономика управления производством [Текст]: Учебное пособие.-Екатеринбург.:Изд-во Урал.гос.проф.-пед. Ун-та, 1999. 91с.

19. Промышленные смесители вихревые // Азиатские промышленные технологии URL: <http://aitcom.ru/smesiteli-vixrevyie>.

20. Сущность литейного производства. Методы литья // Studopedia URL: <http://studopedia.org/4-190718>.